VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Для служебного пользования

Экз. №

РУКОВОДСТВО ПО ПОДРЫВНЫМ РАБОТАМ

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА—1958

С выходом в свет настоящего Руководства утрачивает силу руководство для инженерных войск «Подрывные работы (ПР-59)», издание 1959 г.

В книге пронумеровано всего 464 страницы.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Подрывные работы, т. е. работы, выполняемые при помощи взрывчатых веществ, являются одной из отраслей военно-инженерного дела и входят в состав основных мероприятий инженерного обеспечения боевых действий войск.

2. Подрывные работы ведутся:

— при устройстве инженерных заграждений;

— для быстрого разрушения (подрывания) объектов;

— при устройстве проходов в инженерных заграждениях, завалах, обвалах и т. п.;

— при уничтожении невзорвавшихся боеприпасов;

— при разработке грунтов;

— для устройства майн при оборудовании переправ на замерзших водных преградах;

— при ведении работ по защите мостов и гидротехнических сооружений во время ледохода и при выполнении других задач инженерного обеспечения.

3. Подрывные работы производятся по приказам командиров и начальников и под руководством назначаемых ими офицеров или сержантов, которые во время выполнения поставленных задач именуются руководителями подрывных работ.

Подразделения, назначенные для выполнения подрывных работ, разбиваются на расчеты, каждому из которых поручается какая-либо одна определенная работа (например, вязка и укладка зарядов или изготовление и прокладка взрывных сетей и т. п.). В каждом расчете в качестве старшего назначается сержант или ефрейтор.

Руководитель подрывных работ должен формировать расчеты и ставить им задачи так, чтобы все работы на объекте были выполнены по возможности одновременно и чтобы готовность к производству взрыва была обеспечена в заданный срок.

4. Подрыванием объектов может быть обеспечена любая степень их разрушения, которая зависит от обстановки, а также от имеющихся в наличии сил и средств, и в отношении каждого важного сооружения определяется начальниками, отдающими приказания на производство подрывных работ.

В некоторых случаях разрушение тех или иных объектов может быть произведено без применения взрывчатых веществ механическим способом или путем сжигания.

5. В целях экономии времени на производство подрывных работ подрывание объектов в некоторых случаях может осуществляться минимальным количеством отдельных зарядов, взрываемых с использованием наиболее простых взрывных сетей.

Для ускорения подготовки объектов к подрыванию руководители подрывных работ должны заблаговременно, до выхода подразделений на объекты, организовать работы по изготовлению зарядов и взрывных сетей, по подготовке средств и приспособлений для крепления зарядов и пр.

6. Заряды и взрывные сети должны размещаться и крепиться на подрываемых объектах так, чтобы их сохранность при ядерных взрывах была обеспечена во всех случаях, когда сами объекты этими взрывами не разрушаются.

Выполнение данного требования в наибольшей степени обеспечивается применением зарядов в прочных оболочках и надежным креплением их к подрываемым объектам, а также укрытым расположением зарядов и взрывных сетей за элементами подрываемых конструкций в специально выделываемых для этих целей колодцах, нишах, бороздах и т. п.

7. В целях обеспечения безотказности взрыва зарядов, размещенных на подрываемых объектах, необходимо:

— применять соответствующие конкретной обстановке способы взрывания;

— дублировать (на наиболее важных объектах — многократно) взрывные сети и способы взрывания;

— зарывать в грунт или защищать от повреждений другими способами (прокладкой в трубах и коробах, размещением внутри подрываемых конструкций и т. п.) провода, шнуры и другие элементы взрывных сетей;

— обеспечивать управление взрывом на каждом важном объекте с двух или с большего количества пунктов (подрывных станций);

— размещать подрывные станции в укрытиях;

— предусматривать грозозащитные меры для электровзрывных сетей.

8. При подготовке к подрыванию особо важных объектов, кроме перечисленных в ст. 7 мер безотказности взрыва, необходимо предусматривать организацию обороны объектов с целью недопущения захвата их противником, а также создание и содержание в постоянной готовности резервов взрывчатых веществ и средств взрывания на автомобилях и вертолетах.

Организация обороны подготовленных к подрыванию объектов должна обеспечиваться заблаговременным устройством фортификационных сооружений на подступах к этим объектам и своевременным назначением соответствующих подразделений для занятия позиций при появлении противника.

Резервы взрывчатых веществ и средств взрывания должны состоять из заблаговременно подготовленных зарядов, обеспечивающих минимально необходимую степень разрушения объектов, и простых заблаговременно изготовленных взрывных сетей. Резервы должны располагаться в хорошо замаскированных укрытиях; удаление резервов от объектов подрывания должно исключать уничтожение их при разрушении объектов и обеспечивать их своевременное применение.

9. В целях создания наибольших затруднений противнику при восстановлении им разрушенных сооружений необходимо наряду с подготовкой объектов к подрыванию непосредственно при отходе своих войск устанавливать в них объектные мины для производства многократных повторных разрушений.

10. Заблаговременная подготовка объектов к подрыванию в зависимости от обстановки и поставленной задачи может выполняться по одной из двух степеней готовности:

— по первой степени готовности, при которой заряды, взрывные сети и объектные мины уложены на предназначенные для них места, детонаторы вставлены в заряды, механизмы замедления мин приведены в действие, произведены забивка зарядов (если

она предусмотрена) и маскировка мин и взрывных сетей; для производства взрыва необходимо только подать команду «Огонь»;

— по второй степени готовности, при которой заряды, взрывные сети и объектные мины уложены на предназначенные для них места, но детонаторы в заряды не вставлены, а механизмы замедления мин не приведены в действие; для перехода к первой степени готовности необходимо вставить детонаторы в заряды, привести в действие механизмы замедления, а в ряде случаев еще произвести забивку зарядов и маскировку мин.

При благоприятных условиях до подготовки объектов к разрушению по первой или второй степени готовности необходимо провести рекогносцировку объектов, наметить места расположения зарядов и объектных мин, произвести выделку зарядных и минных устройств, подготовить, замаркировать и завезти на полевые склады вблизи объектов все заряды, мины и взрывные сети, тщательно замаскировав их.

11. Подготовка объектов к подрыванию при ограниченном времени на выполнение работ должна производиться только по первой степени готовности и с таким расчетом, чтобы в случае необходимости наиболее важные части сооружения можно было бы подорвать, не ожидая полного окончания всех работ по закладке зарядов и устройству взрывных сетей.

12. В боевых условиях производство подрывных работ должно организовываться с учетом возможности химического и радиоактивного заражения местности в районах ведения работ.

В целях обеспечения возможности выполнения работ на зараженной местности личный состав подразделений должен всегда иметь при себе индивидуальные средства защиты и уметь своевременно применять их.

13. При выполнении подрывных работ должны соблюдаться меры предосторожности, изложенные в гл. XIV. Весь личный состав подразделений, назначенных на подрывные работы, должен хорошо знать правила ведения этих работ и меры предосторожности, а руководители подрывных работ обязаны проверять знание этих правил и мер личным составом и систематически контролировать их выполнение в ходе работ.

ГЛАВА I

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

14. Взрывчатыми веществами (ВВ) называются химические соединения или смеси, которые под влиянием определенных внешних воздействий способны к быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с образованием сильно нагретых и обладающих большим давлением газов, которые, расширяясь, производят механическую работу. Такое химическое превращение ВВ принято называть **взрывчатым превращением.**

15. Взрывчатое превращение в зависимости от свойств взрывчатого вещества и вида воздействия на него может протекать в форме взрыва или горения.

Взрыв распространяется по взрывчатому веществу с большой переменной скоростью, измеряемой сотнями или тысячами метров в секунду. Процесс взрывчатого превращения, обусловленный прохождением ударной волны по взрывчатому веществу и протекающий с постоянной (для данного вещества при данном его состоянии) сверхзвуковой скоростью, называется **детонацией.**

В случае снижения качеств ВВ (увлажнение, слеживание) или недостаточного начального импульса детонация может перейти в горение или совсем затухнуть. Такая детонация заряда ВВ называется неполной.

Горение — процесс взрывчатого превращения, обусловленный передачей энергии от одного слоя взрывча-

того вещества к другому путем теплопроводности и излучения тепла газообразными продуктами.

Процесс горения ВВ (за исключением инициирующих веществ) протекает сравнительно медленно, со скоростями, не превышающими нескольких метров в секунду.

Скорость горения в значительной степени зависит от внешних условий и в первую очередь от давления в окружающем пространстве. С увеличением давления скорость горения возрастает; при этом горение может в некоторых случаях переходить во взрыв или в детонацию. Горение бризантных ВВ в замкнутом объеме, как правило, переходит в детонацию.

16. Возбуждение взрывчатого превращения ВВ называется инициированием. Для возбуждения взрывчатого превращения ВВ требуется сообщить ему с определенной интенсивностью необходимое количество энергии (начальный импульс), которая может быть передана одним из следующих способов:

— механическим (удар, накол, трение);

— тепловым (искра, пламя, нагревание);

— электрическим (нагревание, искровой разряд);

— химическим (реакции с интенсивным выделением тепла);

— взрывом другого заряда ВВ (взрыв капсюля-детонатора или соседнего заряда).

17. Все ВВ, применяемые при производстве подрывных работ и снаряжении различных боеприпасов, делятся на три основные группы:

— инициирующие ВВ;

— бризантные ВВ;

— метательные ВВ (пороха).

18. ВВ в зависимости от их природы и состояния обладают определенными взрывчатыми характеристиками. Наиболее важными из них являются:

— чувствительность к внешним воздействиям;

— энергия (теплота) взрывчатого превращения;

— скорость детонации;

— бризантность;

— фугасность (работоспособность).

Количественные значения основных характеристик некоторых ВВ и способы их определения приведены в приложении 1.

ИНИЦИИРУЮЩИЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

19. Инициирующие ВВ обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям (удару, трению и воздействию огня). Взрыв сравнительно небольших количеств инициирующих ВВ в непосредственном контакте с бризантными ВВ вызывает детонацию последних.

Вследствие указанных свойств инициирующие ВВ применяются исключительно для снаряжения средств инициирования (капсюлей-детонаторов, капсюлей-воспламенителей и др.).

К инициирующим ВВ относятся: гремучая ртуть, азид свинца, тенерес (ТНРС). К ним могут быть отнесены и так называемые капсюльные составы, взрыв которых может использоваться для возбуждения детонации инициирующих ВВ или для воспламенения порохов и изделий из них.

20. Гремучая ртуть (фульминат ртути) представляет собой мелкокристаллическое сыпучее вещество белого или серого цвета. Она ядовита, плохо растворяется в холодной и горячей воде.

К удару, трению и тепловому воздействию гремучая ртуть наиболее чувствительна по сравнению с другими инициирующими ВВ, применяемыми на практике. При увлажнении гремучей ртути ее взрывчатые свойства и восприимчивость к начальному импульсу понижаются (например, при 10% влажности гремучая ртуть только горит, не детонируя, а при 30% влажности не горит и не детонирует). Применяется для снаряжения капсюлей-детонаторов и капсюлей-воспламенителей.

Гремучая ртуть при отсутствии влаги не взаимодействует химически с медью и ее сплавами. С алюминием же она взаимодействует энергично с выделением тепла и образованием невзрывчатых соединений (происходит разъедание алюминия). Поэтому гильзы гремуче-ртутных капсюлей изготовляются из меди или мельхиора, а не из алюминия.

21. Азид свинца (азотистоводороднокислый свинец) представляет собой мелкокристаллическое вещество белого цвета, слабо растворяющееся в воде.

К удару, трению и действию огня азид свинца менее

чувствителен, чем гремучая ртуть. Для обеспечения надежности возбуждения детонации азида свинца действием пламени его покрывают слоем тенереса. Для возбуждения детонации в азиде свинца посредством накола его покрывают слоем специального накольного состава.

Азид свинца не теряет способности к детонации при увлажнении и низких температурах; инициирующая способность его значительно выше, чем инициирующая способность гремучей ртути. Применяется для снаряжения капсюлей-детонаторов.

Азид свинца химически не взаимодействует с алюминием, но активно взаимодействует с медью и ее сплавами, поэтому гильзы капсюлей, снаряжаемых азидом свинца, изготовляются из алюминия, а не из меди.

22. Тенерес (тринитрорезорцинат свинца, ТНРС) представляет собой мелкокристаллическое несыпучее вещество темно-желтого цвета; растворимость его в воде незначительна.

Чувствительность тенереса к удару ниже чувствительности гремучей ртути и азида свинца; по чувствительности к трению он занимает среднее место между гремучей ртутью и азидом свинца. Тенерес достаточно чувствителен к тепловому воздействию; под влиянием прямого солнечного света он темнеет и разлагается. С металлами тенерес химически не взаимодействует.

Ввиду низкой инициирующей способности тенерес не имеет самостоятельного применения, а используется в некоторых типах капсюлей-детонаторов с целью обеспечения безотказности инициирования азида свинца.

23. Капсюльные составы, используемые для снаряжения капсюлей-воспламенителей, представляют собой механические смеси ряда веществ, наиболее распространенными из которых являются гремучая ртуть, хлорат калия (бертолетова соль) и трехсернистая сурьма (антимоний).

Под действием удара или накола капсюля-воспламенителя происходит воспламенение капсюльного состава с образованием луча огня, способного воспламенить порох или вызвать детонацию инициирующего ВВ.

БРИЗАНТНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

24. Бризантные ВВ более мощны и значительно менее чувствительны к различного рода внешним воздействиям, чем инициирующие ВВ. Возбуждение детонации в бризантных ВВ обычно производится взрывом заряда того или иного инициирующего ВВ, входящего в состав капсюлей-детонаторов, или заряда другого бризантного ВВ (промежуточного детонатора).

Сравнительно невысокая чувствительность бризантных ВВ к удару, трению и тепловому воздействию, а следовательно, и достаточная безопасность обусловливают удобство их практического применения. Бризантные ВВ применяются в чистом виде, а также в виде сплавов и смесей друг с другом.

По мощности бризантные ВВ делятся на три группы:

— ВВ повышенной мощности;
— ВВ нормальной мощности;
— ВВ пониженной мощности.

Взрывчатые вещества повышенной мощности

25. Тэн (тетранитропентаэритрит, пентрит) представляет собой белое кристаллическое вещество, негигроскопичное и нерастворимое в воде, хорошо прессуемое до плотности 1,6.

По чувствительности к механическим воздействиям тэн относится к числу наиболее чувствительных из всех практически применяемых бризантных ВВ. От удара ружейной пули (при прострелe) он взрывается.

Тэн горит энергично белым пламенем без копоти. При сжигании тэна горение может перейти в детонацию. С металлами тэн химически не взаимодействует.

Тэн применяется для изготовления детонирующих шнуров и снаряжения капсюлей-детонаторов, а во флегматизированном состоянии может использоваться для изготовления промежуточных детонаторов и снаряжения некоторых боеприпасов. Флегматизированный тэн подкрашивается в розовый или в оранжевый цвет.

26. Гексоген (триметилентринитроамин) представляет собой мелкокристаллическое вещество белого цвета; он не имеет ни вкуса, ни запаха, негигроскопичен, в воде не растворяется.

Гексоген в чистом виде прессуется плохо, поэтому его часто применяют с добавкой небольшого количества флегматизатора (сплав парафина с церезином), который улучшает прессуемость гексогена и в то же время понижает его чувствительность к механическим воздействиям. Флегматизированный гексоген обычно подкрашивается в оранжевый цвет (путем добавки небольшого количества судана) и прессуется до плотности 1,66.

Чувствительность гексогена к удару ниже, чем чувствительность тэна, но от удара ружейной пули (при прострелe) он может взрываться. Гексоген горит энергично белым пламенем; горение его может перейти в детонацию. Химически гексоген более стоек, чем тэн; с металлами химически не взаимодействует.

В чистом виде гексоген применяется только для снаряжения капсюлей-детонаторов. Для снаряжения некоторых специальных боеприпасов применяется флегматизированный гексоген.

В сплаве с тротилом, например в соотношении 50 : 50 * (ТГ-50), гексоген применяют для снаряжения кумулятивных зарядов. Для приготовления указанного сплава тротил расплавляется и в него вводится и тщательно размешивается порошкообразный гексоген. В сплаве с тротилом гексоген менее чувствителен к внешним воздействиям и более удобен для снаряжения боеприпасов путем заливки.

Для повышения энергии взрывчатого превращения в сплавы гексогена с тротилом добавляется алюминий в порошке. Примерами таких сплавов являются морская смесь (МС) и сплав ТГА.

27. Тетрил (тринитрофенилметилнитроамин) представляет собой кристаллическое вещество ярко-желтого цвета без запаха, солоноватое на вкус. Тетрил негигроскопичен и нерастворим в воде, достаточно легко прессуется до плотности 1,60—1,65.

Чувствительность тетрила к механическому воздействию несколько ниже, чем чувствительность тэна и гексогена, но все же от прострела ружейной пулей он также может взрываться.

---

* 50% тротила и 50% гексогена (по весу).

Тетрил горит энергично голубоватым пламенем без копоти; горение его может перейти в детонацию. С металлами тетрил химически не взаимодействует. Применяется он для изготовления промежуточных детонаторов в различных боеприпасах и для снаряжения некоторых типов капсюлей-детонаторов.

Взрывчатые вещества нормальной мощности

28. Тротил (тринитротолуол, тол, ТНТ) — основное бризантное ВВ, применяемое для подрывных работ и снаряжения большинства боеприпасов; он представляет собой кристаллическое вещество от светло-желтого до светло-коричневого цвета, горьковатое на вкус. Тротил негигроскопичен и практически нерастворим в воде; в производстве он получается в виде порошка (порошкообразный тротил), мелких чешуек (чешуированный тротил) или гранул (гранулированный тротил). Чешуированный тротил хорошо прессуется до плотности 1,6.

Тротил плавится без разложения при температуре около 81°; плотность затвердевшего после плавления (литого) тротила 1,55—1,60; температура вспышки около 310°; на открытом воздухе тротил горит желтым, сильно коптящим пламенем без взрыва. Горение тротила в замкнутом пространстве может переходить в детонацию.

К удару, трению и тепловому воздействию тротил малочувствителен. Прессованный и литой тротил от прострела обычной ружейной пулей не взрывается и не загорается, с металлами химически не взаимодействует.

Восприимчивость тротила к детонации зависит от его состояния. Прессованный и порошкообразный тротил безотказно детонирует от капсюля-детонатора № 8, литой же, чешуированный и гранулированный тротил детонирует только от промежуточного детонатора из прессованного тротила или другого бризантного ВВ.

Химическая стойкость тротила весьма высока; длительное нагревание при температуре до 130° мало изменяет его взрывчатые свойства, он не теряет этих свойств

и после длительного пребывания в воде. Под влиянием солнечного света тротил претерпевает физико-химические превращения, сопровождающиеся изменением его цвета и некоторым повышением чувствительности к внешним воздействиям.

Тротил получается в результате обработки толуола (жидкий продукт коксохимической и нефтеперерабатывающей промышленности) смесью азотной и серной кис-

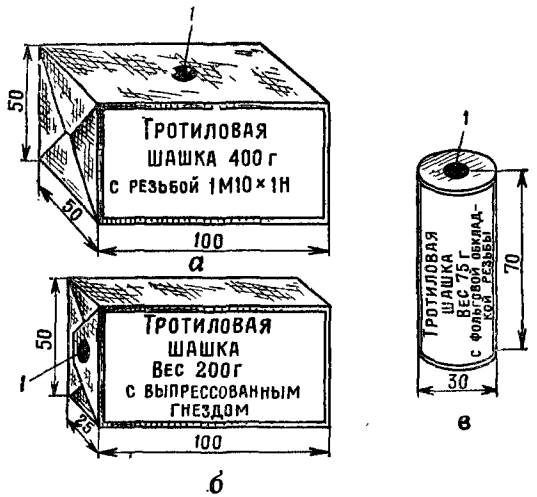


Рис. 1. Подрывные тротиловые шашки:
а — большая; *б* — малая; *в* — буровая; *1* — запальное гнездо

лот. Прессованием или заливкой из него изготовляются различные заряды и подрывные шашки.

Для снаряжения боеприпасов тротил применяется не только в чистом виде, но и в сплавах с другими ВВ (гексогеном, тетрилом и др.). Порошкообразный тротил входит в состав некоторых ВВ пониженной мощности (например, аммонитов).

Для производства подрывных работ тротил, как правило, применяется в виде прессованных подрывных шашек (рис. 1):

— больших — размерами 50×50×100 *мм* и весом 400 *г*;

— малых — размерами 25×50×100 *мм* и весом 200 *г*;

— буровых (цилиндрических) — длиной 70 *мм*, диаметром 30 *мм* и весом 75 *г*.

Все подрывные шашки имеют запальные гнезда для капсюля-детонатора № 8. Для более надежного сочленения со средствами взрывания запальные гнезда некоторых шашек делаются с резьбой. К надписи на бумажной обертке таких шашек добавлено: «С резьбой 1М10×1Н» или «С фольговой обкладкой резьбы».

Для защиты шашек от внешних воздействий их покрывают слоем парафина и обертывают бумагой, на которую затем наносится еще один слой парафина. Место расположения запального гнезда шашки обозначается черным кружком.

В целях обеспечения удобств хранения, перевозки и применения подрывные шашки упаковываются в деревянные ящики (приложение 4). В каждый ящик уложено 30 больших и 65 малых или 250 буровых шашек. Ящик, содержащий большие и малые шашки, может применяться в качестве сосредоточенного заряда весом 25 *кг* без снятия крышки. Для этого в крышке имеется отверстие, закрытое съемной планкой, против которой уложена большая шашка с резьбой.

29. Пикриновая кислота (тринитрофенол, мелинит) представляет собой кристаллическое вещество желтого цвета, горькое на вкус. Пыль пикриновой кислоты сильно раздражает дыхательные пути.

Пикриновая кислота в холодной воде растворяется слабо, в горячей — несколько лучше; растворы ее сильно окрашивают кожу и ткани в желтый цвет. Плотность прессованной и литой пикриновой кислоты составляет приблизительно 1,6.

Чувствительность пикриновой кислоты к удару, трению и тепловому воздействию несколько выше чувствительности тротила; от прострела ружейной пулей она может взрываться. Пикриновая кислота горит сильно коптящим пламенем, но несколько энергичнее, чем тротил. Горение ее может переходить в детонацию.

Пикриновая кислота по сравнению с тротилом обладает несколько лучшей восприимчивостью к детонации. Порошкообразная и прессованная пикриновая кислота взрывается от капсюля-детонатора № 8. Литая пикриновая кислота от капсюля-детонатора № 8 детонирует

не всегда; поэтому для взрыва ее требуется промежуточный детонатор.

Пикриновая кислота — вещество химически стойкое, но весьма активное; она химически взаимодействует с металлами (за исключением олова), образуя соли, называемые пикратами.

Пикраты представляют собой взрывчатые вещества, в большинстве случаев более чувствительные к механическим воздействиям, чем сама пикриновая кислота. Особенно чувствительными являются пикраты железа и свинца.

Пикриновая кислота применяется как в чистом виде, так и в виде различных сплавов с динитронафталином для снаряжения некоторых боеприпасов.

30. Пластичное ВВ (пластит-4) представляет собой однородную тестообразную массу светло-кремового цвета плотностью 1,4. Пластит изготовляется из порошкообразного гексогена (80%) и специального пластификатора (20%) путем тщательного их перемешивания.

Пластит-4 негигроскопичен и нерастворим в воде; легко деформируется усилием рук. Легкая деформируемость позволяет использовать пластит для изготовления зарядов требуемой формы.

Пластические свойства пластита-4 сохраняются при температуре от —30° до +50°. При отрицательных температурах пластичность его несколько снижается; при температурах выше +25° он размягчается и прочность изготовленных из него зарядов уменьшается.

К удару, трению и тепловым воздействиям пластит-4 малочувствителен (его чувствительность лишь немного выше чувствительности тротила). При прострелe ружейной пулей, как правило, не взрывается и не загорается; при зажигании горит; горение его в количестве до 50 *кг* протекает энергично, но без взрыва. С металлами пластит-4 химически не взаимодействует. Детонирует он от капсюля-детонатора № 8, погруженного в массу заряда на глубину не менее 10 *мм*.

Пластит-4 не обладает свойствами липкого вещества, поэтому при производстве подрывных работ для надежного крепления к объекту заряды из пластита-4 необходимо применять в тканевых или пластикатовых оболочках.

Пластит-4 поставляется в войска в виде брикетов

размером 70×70×145 *мм*, весом 1 *кг*, обернутых бумагой. Брикеты по 32 шт. упаковываются в деревянные ящики (приложение 4).

Взрывчатые вещества пониженной мощности

31. Из ВВ пониженной мощности наиболее широко применяются **аммиачноселитренные взрывчатые вещества.** Они представляют собой механические взрывчатые смеси, основной частью которых является аммиачная (аммонийная) селитра; кроме селитры, в эти смеси входят взрывчатые или горючие добавки.

32. Аммиачная селитра представляет собой кристаллическое вещество белого или бледно-желтого цвета. Она существует в нескольких кристаллических формах, устойчивых лишь в определенных температурных пределах. Температурами перехода из одной кристаллической формы в другую, имеющими практическое значение, являются —16° и +32°. Переход одной кристаллической формы в другую происходит только после достаточно длительного влияния указанных температур (особенно при значительной влажности селитры) и сопровождается изменением объема; это изменение приводит к деформации прессованных изделий, содержащих аммиачную селитру.

Для того чтобы устранить указанное изменение объема изделий, применяют стабилизированную аммиачную селитру, которая получается путем совместной кристаллизации ее из раствора с хлористым калием (92% аммиачной селитры и 8% хлористого калия).

Аммиачная селитра сильно гигроскопична и очень хорошо растворяется в воде; плавится с частичным разложением при температуре 169,6°.

Аммиачная селитра активно взаимодействует с окислами металлов, при этом образуются аммиак и вода. Аммиак может вступать в химическое взаимодействие с некоторыми взрывчатыми веществами (тротил, тетрил, пикриновая кислота), образуя чувствительные к внешним воздействиям соединения; наличие свободного аммиака способствует развитию процесса коррозии металлических изделий.

33. Аммиачноселитренные ВВ в зависимости от характера примешиваемых к селитре добавок делятся на следующие виды:

— аммониты — ВВ, в состав которых, кроме аммиачной селитры, входят взрывчатые добавки (обычно тротил);

— динамоны — ВВ, состоящие из аммиачной селитры и горючих добавок (сосновая кора, торф и т. п.);

— аммоналы — аммониты и динамоны с примесью порошкообразного алюминия.

Из всех видов аммиачноселитренных ВВ на снабжении войск* состоят только аммониты, содержащие 20—50% тротила (аммониты А-80 и А-50**).

Физико-химические свойства аммонитов в основном определяются свойствами аммиачной селитры (ст. 32). Они также гигроскопичны и обладают способностью слеживаться, а изделия из них при длительном хранении вследствие многократной перекристаллизации селитры могут увеличиваться в объеме.

Увлажненные и слежавшиеся аммониты обладают пониженной восприимчивостью к детонации и при влажности 3% и выше могут давать отказы. Увлажненные аммониты перед употреблением должны просушиваться в тени, а слежавшиеся — предварительно размельчаться (разминаться руками или разбиваться при помощи деревянных или медных колотушек).

Отдельные виды аммонитов, изготовленные из аммиачной селитры, обработанной специальными веществами, являются относительно водоустойчивыми. Они сохраняют взрывчатые свойства при пребывании в воде от 2 до 5 часов.

При зажигании аммониты (в том числе и сухие) загораются с трудом; при удалении источника огня горение аммонита продолжается с шипением и копотью. К трению и удару аммониты несколько чувствительней тротила, но в обращении практически безопасны.

Основным видом аммонита, поступающего в войска, является аммонит А-80 в виде прессованных бри-

---

* Описание аммиачноселитренных ВВ, применяемых в народном хозяйстве, приводится в приложении 2.

** По прежней терминологии эти ВВ назывались аммотолами.

кетов размерами 125×125×60 *мм* и весом 1,35 *кг*. Плотность брикетированного аммонита около 1,4; брикеты покрываются гидроизоляционной оболочкой, предохраняющей их от действия влаги.

Брикеты аммонита могут находиться в воде в течение нескольких часов, не теряя взрывчатых свойств и восприимчивости к детонации. Брикеты взрываются промежуточным детонатором в виде шашки тротила весом 200—400 *г* или заряда другого бризантного ВВ. Поэтому брикеты не имеют запальных гнезд.

Несмотря на наличие гидроизоляционной оболочки, брикеты аммонитов необходимо тщательно оберегать от сырости; целость гидроизоляционных оболочек должна периодически проверяться. Появление белого налета селитры на оболочках брикетов не опасно.

Аммониты применяются главным образом при производстве подрывных работ в грунтах, а также для снаряжения противотанковых мин и для устройства различных фугасов.

Аммоиитовые брикеты хранятся и перевозятся в деревянных ящиках (приложение 4), в каждый из которых укладывается 24 брикета, связанных в пачки, обернутые бумагой (по 6 брикетов в пачке).

МЕТАТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА (ПОРОХА)

34. Метательными ВВ (порохами) называются такие вещества, основной формой взрывчатого превращения которых является горение. Пороха делятся на дымные и бездымные.

Дымный порох применяется для изготовления вышибных зарядов в осколочных (выпрыгивающих) и в сигнальных минах, а также для изготовления огнепроводного шнура и воспламенителей реактивных зарядов. Он представляет собой механическую смесь калиевой селитры (75%), древесного угля (15%) и серы (10%). В зависимости от величины зерен порох делится на мелкозернистый и крупнозернистый.

Дымный порох сильно гигроскопичен, под действием влаги отсыревает и при влажности свыше 2% становится непригодным для применения. Высушенный (после отсыревания) порох имеет пониженные качества. При

хранении и применении дымного пороха вследствие в сокой способности его к воспламенению необходи соблюдать особые меры предосторожности.

Бездымные пороха применяются для изготовле зарядов, используемых в различных реактивно-ме тельных установках, а также в артиллерийских и стр ковых боеприпасах.

При отсутствии бризантных ВВ пороха могут при няться (в виде внутренних зарядов) и для производс подрывных работ. Детонация пороховых зарядов прс кает нормально только в том случае, если инициро ние их осуществляется достаточным промежуточн детонатором, а промежутки между зернами пороха полнены жидкостью (вода, раствор поваренной или д гой соли).

ГЛАВА II

ЗАРЯДЫ

35. Зарядом называется определенное количество ВВ, подготовленное для производства взрыва.

Вес заряда зависит от качества материала и размеров подрываемого объекта и в каждом случае определяется расчетом.

Форма заряда определяется конструктивными особенностями подрываемого объекта и условиями производства подрывных работ. По форме заряды бывают сосредоточенные, удлиненные, фигурные и кумулятивные*.

По расположению относительно подрываемых объектов заряды делятся на внутренние и наружные. Внутренними называются заряды, закладываемые внутри подрываемых объектов или их частей, а наружными — заряды, размещаемые на наружных поверхностях объектов или на некотором расстоянии от них.

Наружные заряды в зависимости от того, укладываются ли они вплотную к подрываемым объектам или размещаются на том или ином расстоянии от них, подразделяются на контактные и неконтактные.

Инициирование внутренних зарядов целесообразно производить по возможности ближе к их геометрическому центру. Наружные заряды любой формы должны инициироваться, как правило, со стороны, противоположной подрываемому объекту.

36. Сосредоточенные заряды по форме должны приближаться к кубу или параллелепипеду, длина которого

* Существуют две разновидности этих зарядов — сосредоточенные кумулятивные и удлиненные кумулятивные заряды.

не превышает его наименьшего поперечного измерения более чем в пять раз. Сосредоточенные заряды поступают из промышленности в готовом виде (стандартные заряды) или могут изготовляться в войсках.

37. Удлиненные заряды имеют форму вытянутых параллелепипедов или цилиндров, длина которых более чем в пять раз превышает их наименьшие поперечные размеры.

Высота удлиненных зарядов, имеющих форму параллелепипедов, не должна превышать их ширину. Удлиненные заряды поступают из промышленности в готовом

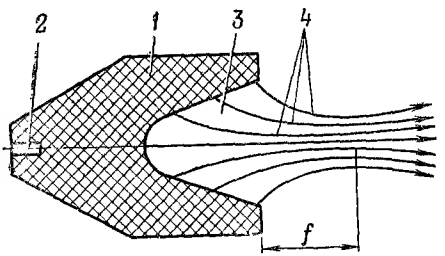


Рис. 2. Схема образования кумулятивной струи:

1 — заряд ВВ; *2* —запальное гнездо; *3* — кумулятивная полость; *4* — траекторин газовых частиц; *f*— фокусное расстояние

виде (стандартные заряды) или изготовляются в войсках.

38. Фигурные заряды применяются для подрывания различных фигурных элементов конструкций; они имеют разнообразную форму и составляются так, чтобы против более толстых частей подрываемого элемента приходилось большее количество ВВ.

Для изготовления фигурных зарядов в войсках используются большие и малые тротиловые шашки или пластит-4. Из пластита могут изготовляться фигурные заряды любых (в том числе и криволинейных) очертаний.

39. Кумулятивные заряды применяются для пробивания больших толщ броневых и железобетонных сооружений, перерезания толстых металлических листов и т. п. При взрыве кумулятивных зарядов образуется направленная узкая струя (рис. 2) с высокой концен-

трацией энергии, обеспечивающей усиленное пробивное или режущее действие на значительную глубину.

Наибольшее пробивное (режущее) действие кумулятивных зарядов достигается при установке их на фокусном расстоянии от преграды.

Кумулятивные заряды, как правило, поступают в войска из промышленности в готовом виде, но могут изготовляться и в войсках.

Кумулятивные заряды заводского изготовления выпускаются различной формы в металлических корпусах и с металлической обкладкой кумулятивных полостей, которая дополнительно усиливает пробивное (режущее) действие кумулятивной струи.

40. Сосредоточенные, удлиненные и кумулятивные заряды заводского изготовления снаряжаются взрывчатыми веществами нормальной или повышенной мощности и имеют корпус из металла, ткани или пластиката. В каждом заряде имеется одно или два запальных гнезда с резьбой для ввинчивания зажигательных трубок и электродетонаторов.

Для удобства переноски, крепления или установки на элементах подрываемых конструкций заряды имеют ручки, кольца, шнуры и ножки.

Основные характеристики зарядов заводского изготовления приведены в табл. 1 и 2. Общий вид этих зарядов показан на рис. 3—9.

41. Сосредоточенные, удлиненные и фигурные заряды, изготовляемые в войсках, составляются (вяжутся) из тротиловых шашек, аммонитовых брикетов, из пластичного или порошкообразного ВВ. Общий вид изготовляемых в войсках зарядов показан на рис. 10—13.

42. Все заряды, перечисленные в ст. 41, в зависимости от условий их применения, могут быть без оболочек или в оболочках из мягких или жестких материалов (ткань, картон, бумага, резина, толь, ящики, бочки, бидоны, бутылки и т. п.).

Оболочки из мягких материалов бывают готовыми (обычные и водонепроницаемые мешки) или изготовляются на месте работ (в войсках).

Размеры кусков ткани при изготовлении мягких оболочек для зарядов любой формы определяются следующим образом: длина куска должна быть на 0,2—0,3 *м* больше длины заряда, сложенной с его удвоенной вы-

Таблица 1

Характеристики стандартных сосредоточенных и удлиненных зарядов

Наименование заряда	Тип заряда	Вес ВВ, *кг*	Вес заряда с оболочкой, *кг*	Тип ВВ	Размеры зарядов, *мм*	Материал оболочки	Количество зарядов в ящике, шт.
СЗ-1	Сосредоточенный	1,0	1,4	Тротил	65×116×126	Сталь	16
СЗ-3	Сосредоточенный	3,0	3,7	Тротил	65×171×337	Сталь	6
СЗ-3а	Сосредоточенный	2,8	3,7	Тротил или ТГ-50	98×142×200	Сталь	10
СЗ-6	Сосредоточенный	5,9	7,3	Тротил или ТГ-50	98×142×395	Сталь	5
СЗ-6м	Удлиненный	6,0	6,9	Пластит-4	Диаметр —82; длина —1200	Капрон, полиэтилен	5

Таблица 2

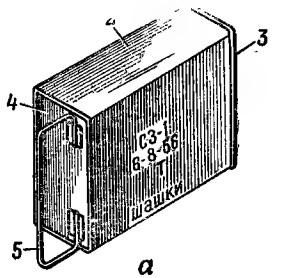
Характеристики кумулятивных зарядов

Наименование заряда	Тип заряда	Вес ВВ, *кг*	Вес заряда с оболочкой, *кг*	Размеры заряда, *мм*			Пробивная способность заряда, *мм*					
							Сталь (броня)		Железобетон		Грунт	
				длина	ширина (диаметр)	высота	глубина	диаметр	глубина	диаметр	глубина	диаметр
КЗ-2	Сосредоточенный	9,0	14,7	—	350	570	300	10— 15	1300	40— 70	2000	240
КЗУ	Удлиненный	12,0	18,0	500	225	195	120	—	1000*	—	—	—

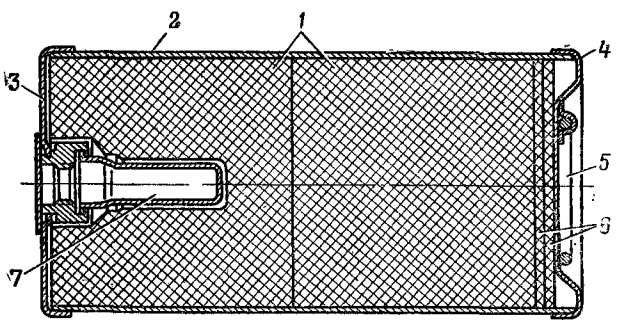
* Арматура перебивается на глубине до 200 *мм*.

сотой; ширина куска должна на 0,2—0,3 *м* превышать удвоенную ширину заряда, сложенную с его удвоенной высотой (рис. 14).

Вдоль удлиненных зарядов укладываются планки (доски), которые вместе с зарядами перевязываются шпагатом через каждые 20—30 *см*. Обвязка тканью удлиненного заряда производится в следующем по-



а



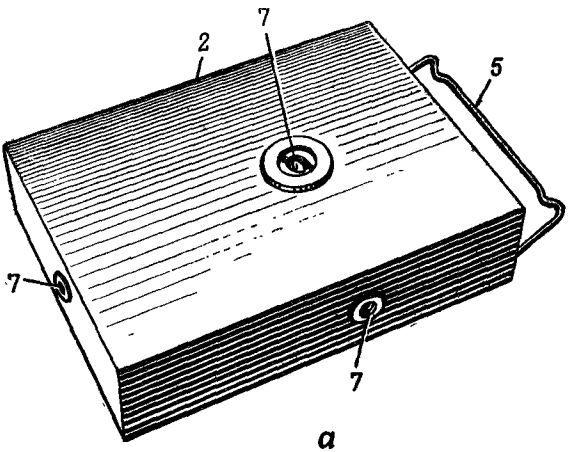
б

Рис. 3. Стандартный заряд СЗ-1:
а — общий вид; *б* — разрез; *1* — заряд ВВ; *2* — корпус; *3* — днище; *4* — крышка; *5* — ручка; *6* — прокладки; *7* — запальное гнездо

рядке: сначала охватывают тканью торцы заряда, а затем обертывают заряд по его длине; этим обеспечивается достаточно плотное соприкосновение отдельных шашек между собой и надежность передачи детонации по всей длине заряда.

Чтобы обозначить место для размещения капсюля-детонатора, в оболочке заряда прорезают отверстие, через которое в запальное гнездо шашки вставляют деревянный колышек (шпильку).

Для порошкообразных и гигроскопичных взрывчатых веществ применяются водонепроницаемые оболочки в виде пластикатовых, резиновых и прорезиненных мешков или в виде осмоленных деревянных ящиков и бочек, металлических банок, бутылей и т. п.



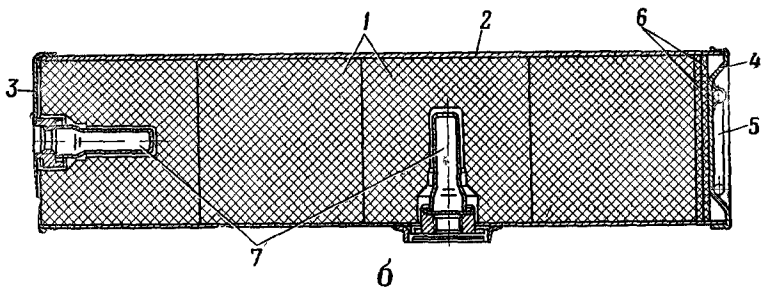
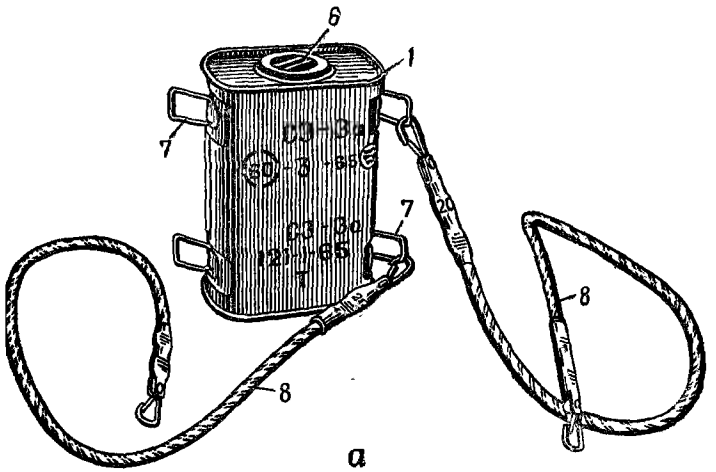


Рис. 4. Стандартный заряд СЗ-3:

а — общий вид; *б* — разрез; *1* — заряд ВВ; *2* — корпус; *3* — днище; *4* — крышка; *5* — ручка; *6* — прокладки; *7* — запальные гнезда

43. Для зарядов из пластичного ВВ наиболее целесообразно применять оболочки из мягких материалов (ткань, пластикат) в виде шлангов. Заряд изготовляется путем набивки шланга пластичным ВВ; концы шланга завязываются шпагатом.



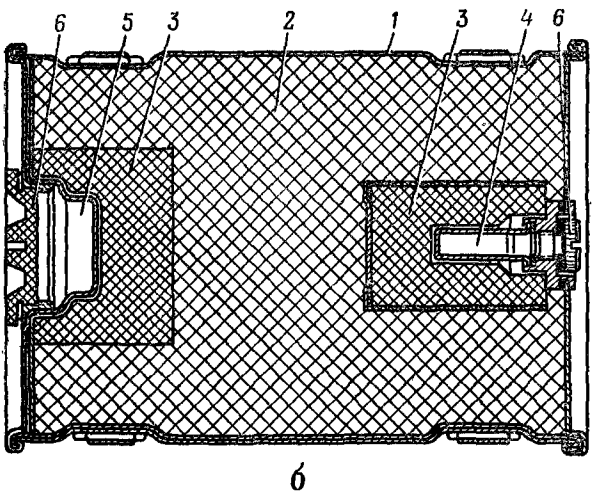
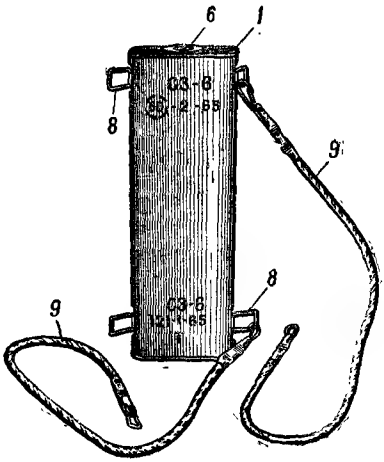


Рис. 5. Стандартный заряд СЗ-3а:

а — общий вид; *б* — разрез; *1* — корпус; *2* — заряд ВВ, *3* — промежуточные детонаторы; *4* — запальное гнездо; *5* — гнездо для специального взрывателя, *6* — пробки; *7* — кольца; *8* — шнуры с карабинами



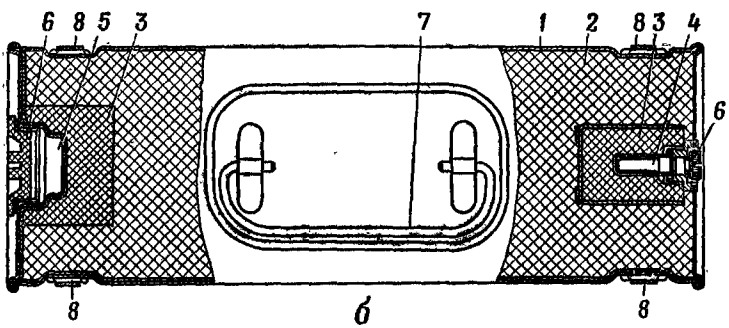


Рис. 6. Стандартный заряд СЗ-6:

а — общий вид; *б* — разрез; *1* — корпус; *2* — заряд ВВ; *3* — промежуточные детонаторы; *4* — запальное гнездо; *5* — гнездо для специального взрывателя; *6* — пробки; *7* — ручка; *8* — кольца; *9* — шнуры с карабинами

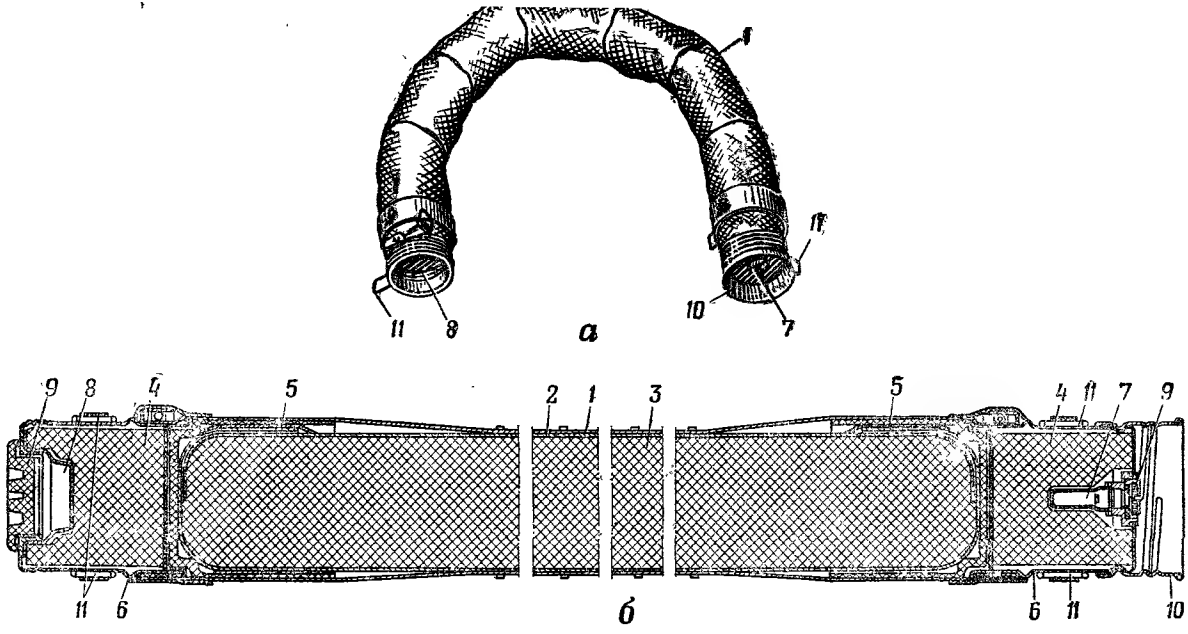


Рис. 7. Стандартный заряд СЗ-6м:

а — общий вид; *б* — разрез, *1* — оболочка из капрона; *2* — оболочка из полиэтилена; *3* — заряд ВВ (пластит-4); *4* — промежуточные детонаторы; *5* — резиновые муфты; *6* — металлические обоймы, *7* — запальное гнездо; *8* — гнездо для специального взрывателя; *9* — пробки, *10* — накидная гайка, *11* — кольца

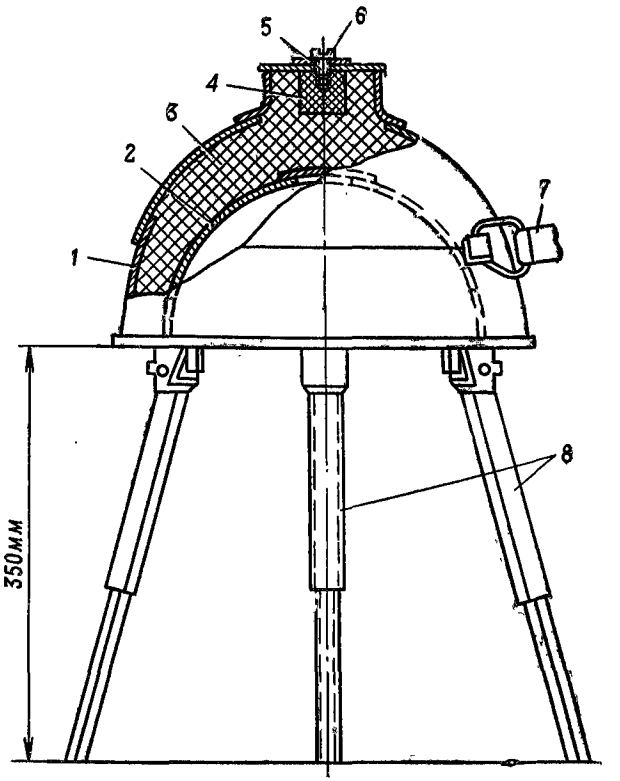


Рис. 8. Сосредоточенный кумулятивный заряд КЗ-2:
1 — корпус; *2* — металлическая обкладка; *3* — заряд ВВ; *4* — промежуточный детонатор, *5* — запальное гнездо; *6* — пробка; *7* — ручка; *8* — выдвижные ножки

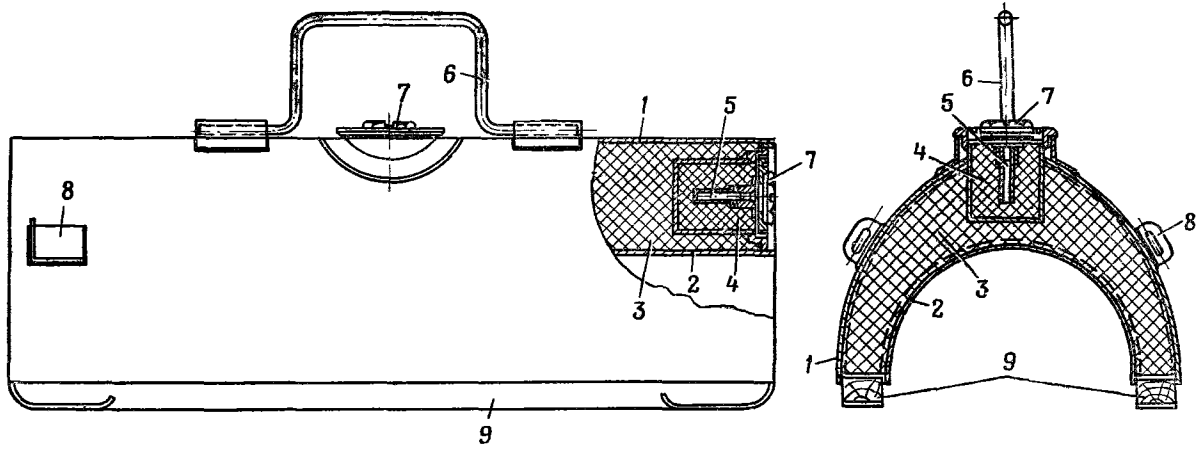


Рис. 9. Удлиненный кумулятивный заряд КЗУ:

1 — корпус; *2* — металлическая обкладка; *3* — заряд ВВ; *4* — промежуточный детонатор; *5* — запальное гнездо; *6* — ручка; *7* — пробка; *8* — проушины; *9* — деревянные рейки

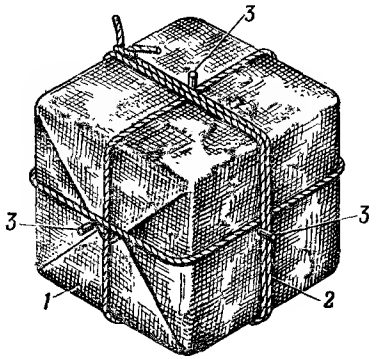


Рис. 10. Сосредоточенный заряд из тротиловых шашек, обернутый тканью:
1 — ткань; *2* — веревка (шпагат); *3* — деревянные колышки

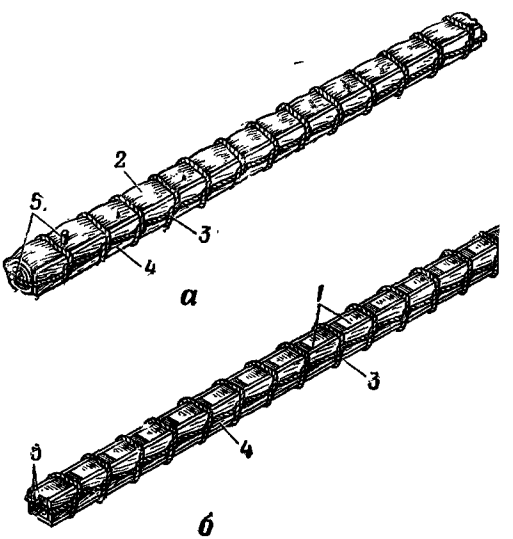


Рис. 11. Удлиненные заряды из тротиловых
а — заряд в тканевой оболочке; *б* — заряд без обол
деревянных рейках; *1* — тротиловые шашки; *2* — тк
шпагат (мягкая проволока); *4* — деревянные рейки;
ревянные колышки

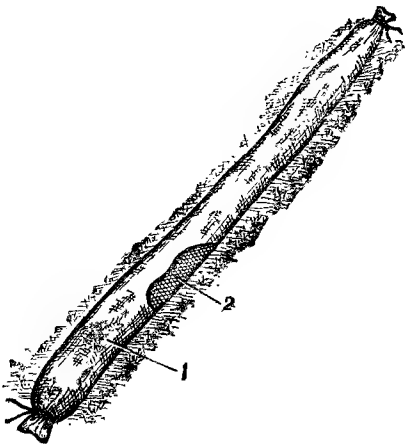


Рис. 12. Удлиненный заряд из пластита-4 в шланге:
1 — тканевая оболочка (шланг); *2* — пластит-4

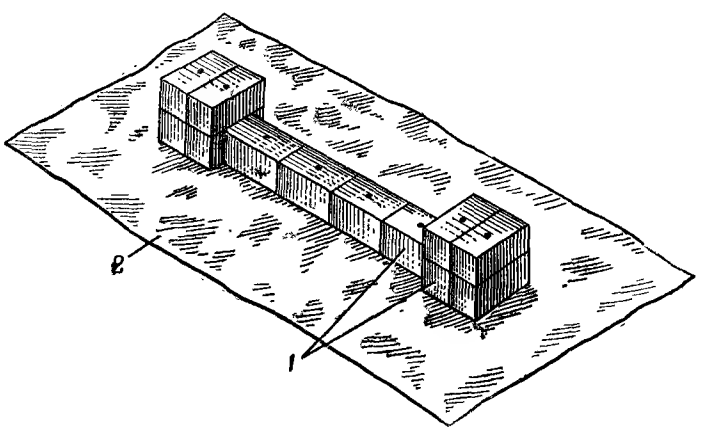


Рис. 13. Фигурный заряд из тротиловых шашек:
1 — тротиловые шашки; *2* — ткань

Удобным для практического применения является удлиненный заряд из пластита-4 весом 2 *кг/м* (внутрен-

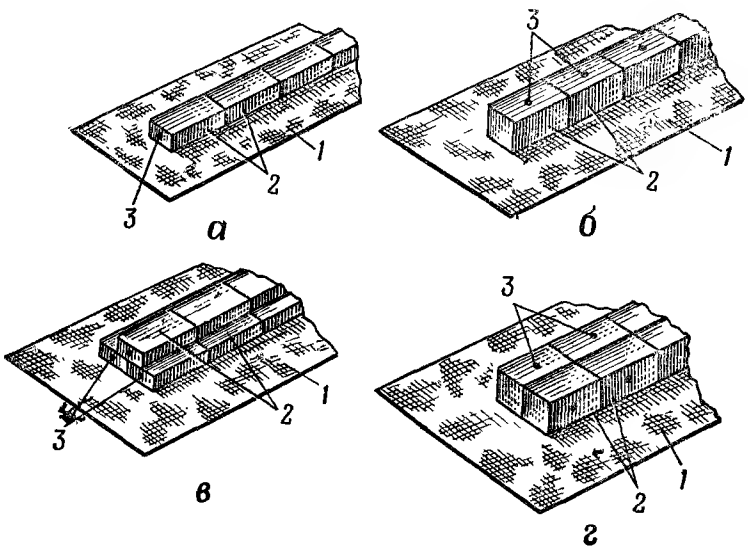


Рис. 14. Расположение тротиловых шашек при изготовлении зарядов в тканевых оболочках:

а — один ряд малых шашек; *б* — один ряд больших шашек; *в* — три ряда малых шашек; *г* — два ряда больших шашек; *1* — ткань; *2* — шашки; *3* — запальные гнезда

ний диаметр шланга 40 *мм*) и длиной до 2 *м* (рис. 15). Для сохранения достаточной гибкости заряда шланг за-

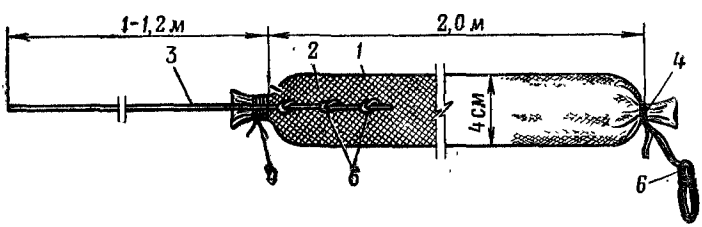


Рис. 15. Удлиненный заряд из пластита-4 с отрезком ДШ:

1 — оболочка из ткани; *2* — пластит-4; *3* — отрезок ДШ; *4* — завязка шпагатом; *5* — узлы на ДШ; *6* — конец шпагата для связывания зарядов

полняется пластитом на 85—90% своего объема, при этом пластит распределяется равномерно по всей длине шланга.

Из наполненных пластитом шлангов путем их перегибания, отрезания или складывания в несколько рядов можно изготавливать заряды любых требуемых размеров, веса и формы.

Зажигательная трубка или электродетонатор вставляется в заряд из пластита в любом месте (лучше в утолщенной части или в торце). Для установки зажигательной трубки (электродетонатора) в оболочке заряда прорезается отверстие, а в пластите деревянным колышком выпрессовывается запальное гнездо на полную длину капсюля-детонатора. Для большей надежности зажигательная трубка (электродетонатор) прикрепляется к заряду шпагатом.

Взрывание заряда из пластита может осуществляться и без капсюля-детонатора, от детонирующего шнура, заложенного (при изготовлении заряда) в массу пластита и имеющего внутри заряда не менее трех узлов.

44. Кумулятивные заряды, изготовляемые в войсках, могут быть различной формы и веса и иметь те или иные оболочки или не иметь их. Кумулятивные полости таких зарядов делаются без металлических обкладок, вследствие чего их пробивное (режущее) действие, как правило, значительно слабее действия кумулятивных зарядов заводского изготовления, имеющих тот же вес ВВ.

Для изготовления кумулятивных зарядов в войсках используется в первую очередь пластит-4, из которого можно вылепить заряд любой формы. Рекомендуется изготовлять два типа кумулятивных зарядов из пластита-4:

— удлиненный заряд для перебивания стальных и броневых листов;

— сосредоточенный заряд для пробивания отверстий в стальных и броневых листах.

Удлиненный кумулятивный заряд (рис. 16) изготовляется в форме полуцилиндра с полуцилиндрической полостью, облицованной жестью. Диаметр кумулятивной полости $d_в$ принимается равным полуторной толщине перебиваемого листа ($d_в = 1{,}5\ h$). Наружный диаметр заряда $d_а$ определяется в соответствии с весом последнего (ст. 140).

Сосредоточенный кумулятивный заряд (рис. 17) изготовляется в форме усеченного конуса с конической

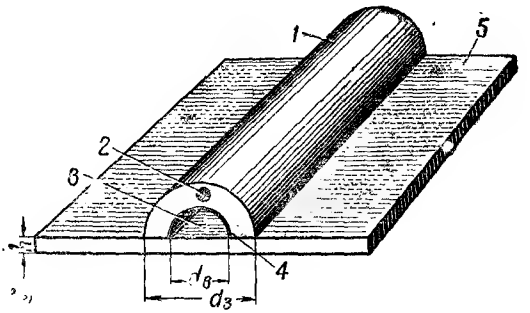


Рис. 16. Удлиненный кумулятивный заряд из пластита-4:

1 — заряд; *2* — запальное гнездо; *3* — кумулятивная полость; *4* — металлическая обкладка; *5* — перебиваемый лист

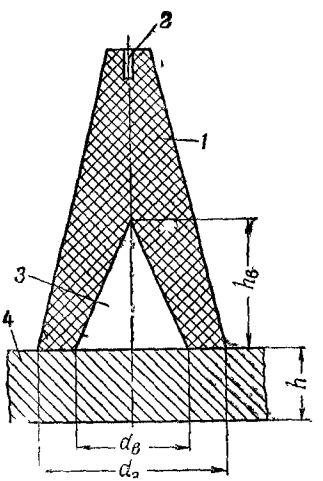


Рис. 17. Сосредоточенный кумулятивный заряд из пластита-4:

1 — заряд ВВ, *2* — запальное гнездо; *3* — кумулятивная полость; *4* — пробиваемая плита

полостью без облицовки. Диаметр кумулятивной полости принимается на 25% больше толщины подрываемого листа ($d_в = 1{,}25\ h$), высота полости — на 10% больше ее диаметра ($h_в = 1{,}1\ d_в$), наружный диаметр нижнего основания заряда — на 20—30 *мм* больше диаметра полости ($d_з = d_в + 20 \div 30$ *мм*), диаметр верхнего основания заряда — не менее 10 *мм*; высота и точные значения диаметров нижнего и верхнего оснований заряда определяются в соответствии с его весом (ст. 140).

45. При устройстве плавучих зарядов для обеспечения их плавучести необходимо от половины до трех четвертей внутреннего объема ящика (бочки, металлические банки и т. п.) взрывчатыми веществами не заполнять. Чтобы заряд не мог перемещаться внутри тары, его прижимают сверху крестовиной или внутренней крышкой.

46. В некоторых случаях при подрывании тех или иных объектов в качестве зарядов ВВ могут использоваться различные мины, фугасные и осколочные артиллерийские боеприпасы, авиационные бомбы и т. п.

ГЛАВА III

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВЗРЫВАНИЯ

47. Для взрывания зарядов ВВ применяются следующие способы:

— огневой;
— электрический;
— механический;
— химический.

При огневом и электрическом способах может применяться также взрывание при помощи детонирующего шнура.

Механический и химический способы взрывания находят широкое применение во взрывающих устройствах различных мин. При производстве подрывных работ эти способы взрывания, как правило, не применяются и поэтому в данном Руководстве не рассматриваются.

ОГНЕВОЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

48. Огневой способ применяется для взрывания одиночных зарядов ВВ или для разновременного взрывания серий зарядов, когда взрыв одного из них не может повредить другого заряда или другой серии.

При огневом способе взрывание зарядов осуществляется зажигательной трубкой, состоящей из капсюля-детонатора и огнепроводного шнура. Зажигательные трубки поступают из промышленности в готовом виде (зажигательные трубки с огнепроводным шнуром в пластикатовой оболочке — ЗТП), но могут изготовляться и в войсках.

49. Для изготовления зажигательных трубок в войсках и их воспламенения необходимы:

— капсюли-детонаторы;
— огнепроводный шнур;
— воспламенительный (тлеющий) фитиль;
— спички обыкновенные или спички подрывника (тлеющие).

50. Капсюли-детонаторы (рис. 18) применяются для инициирования (возбуждения детонации) зарядов ВВ.

В войсках для подрывных работ применяется капсюль-детонатор № 8-А, представляющий собой открытую с одного конца цилиндрическую алюминиевую гильзу, в нижней части которой запрессовано бризантное ВВ повышенной мощности (тетрил, тэн или гексоген), а сверху — инициирующие ВВ (азид свинца и тенерес). Заряд капсюля-детонатора прикрывается сверху алюминиевой чашечкой с круглым отверстием в центре, закрытым шелковой сеткой.

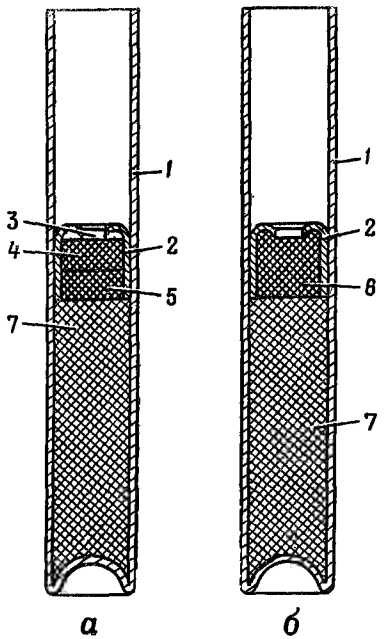


Рис. 18. Капсюли-детонаторы:
а — № 8-А; *б* — № 8-М; *1* — гильза; *2* — чашечка; *3* — сетка; *4* — тенерес; *5* — азид свинца; *6* — гремучая ртуть; *7* — тетрил (тэн или гексоген)

Могут также применяться капсюли-детонаторы № 8-М, № 8-С или № 8-Б *, имеющие соответственно медную, стальную или бумажную гильзу с латунной или медной чашечкой, а в качестве инициирующего ВВ — гремучую ртуть. В капсюлях-детонаторах этого типа отверстия чашечек могут не иметь прикрывающей сетки.

Характеристики капсюлей-детонаторов приведены в табл. 3.

---

* Применяются в народном хозяйстве и на снабжение войск в мирное время, как правило, не поступают.

Таблица 3

Характеристики капсюлей-детонаторов

Наименование капсюлей-детонаторов	Материал гильзы	Наименование составных частей заряда	Вес ВВ, *г*	Диаметр гильзы, *мм*		Длина гильзы, *мм*	Расстояние от открытого конца гильзы до поверхности чашечки, *мм*
				наружный	внутренний		
№ 8-А	Алюминий	Тенерес	0,10	6,8—7,05	6,3—6,5	45,5—48,5	17,0—23,0
		Азид свинца	0,20				
		Тетрил, тэн или гексоген	1,02				
№ 8-М	Медь	Гремучая ртуть . .	0,50	6,8—7,05	6,3—6,5	47,0—51,0	17,0—23,0
№ 8-С	Сталь	Тетрил, тэн или гексоген		7,0—7,2	6,3—6,5	47,0—51,0	17,0—23,0
№ 8-Б	Бумага	То же	1,02	7,35—7,65	6,3—6,5	47,0—51,0	17,0—23,0

Капсюли-детонаторы взрываются от пучка искр огнепроводного шнура (при огневом способе взрывания), от пламени электровоспламенителя (при электрическом способе взрывания) или от взрыва детонирующего шнура (в случае его применения при огневом или электрическом способе взрывания).

Капсюли-детонаторы требуют осторожного обращения, так как от удара, трения и нагревания они могут взорваться. Капсюли-детонаторы следует оберегать от влаги и хранить в сухих местах отдельно от взрывчатых веществ.

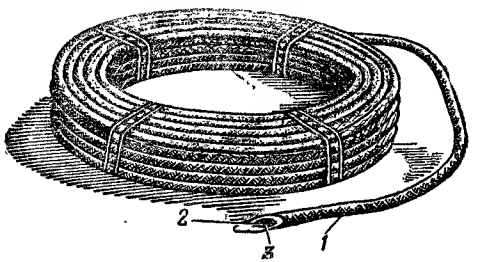


Рис. 19. Огнепроводный шнур (длина 10 *м*):
1 — наружная оболочка; *2* — пороховая сердцевина; *3* — направляющая нить

К местам производства подрывных работ капсюли-детонаторы должны доставляться в заводской упаковке или в специальных пеналах. Данные о заводской упаковке капсюлей-детонаторов приведены в приложении 4.

Капсюли-детонаторы считаются негодными при наличии:

— сквозных трещин и помятостей на гильзе;

— опудренности стенок гильзы инициирующим составом;

— окисления в виде крупных пятен или сплошного налета на гильзах.

Капсюли-детонаторы с указанными дефектами применять для подрывных работ запрещается.

51. Огнепроводный шнур предназначается для возбуждения взрыва капсюлей-детонаторов в зажигательных трубках и воспламенения зарядов дымного пороха. Он состоит (рис. 19) из пороховой сердцевины с одной

направляющей нитью в середине и ряда внутренних и наружных оплеток и оболочек. Наружный диаметр шнура 5—6 *мм*.

Изготовляется огнепроводный шнур трех видов:

— в пластикатовой оболочке (ОШП) серовато-белого цвета;

— двойной асфальтированный (ОШДА) темно-серого цвета;

— асфальтированный (ОША) темно-серого цвета.

Шнур в пластикатовой оболочке и двойной асфальтированный шнур применяются при проведении подрывных работ под водой и в сырых местах. Асфальтированный шнур может применяться только при работе в сухих местах, где увлажнение его исключается.

Огнепроводный шнур всех типов отрезками длиной по 10 *м* свертывается в бухты (круги) и в таком виде хранится на складах. Скорость горения огнепроводного шнура на воздухе составляет приблизительно 1 сантиметр в секунду *; под водой шнур горит на глубине до 5 *м*; горение его под водой протекает несколько быстрее, чем на воздухе.

Хранить огнепроводный шнур нужно в сухих прохладных местах и защищать:

— от сырости — путем заделки концов (воском, мастикой, изоляционной лентой), так как его сердцевина (дымный порох) отсыревает и становится непригодной;

— от жары, так как слишком нагревшийся шнур теряет герметичность вследствие образования вздутий на оболочке;

— от соприкосновения с маслами, жирами, бензином или керосином, которые повреждают оболочку;

— от механических воздействий, которые могут повредить оболочку или нарушить целостность пороховой сердцевины.

При применении огнепроводного шнура на морозе следует избегать перегибов шнура, так как это может привести к его излому.

Перед употреблением огнепроводный шнур осматривают, и если на поверхности его оболочки обнаружива-

---

* Для изготовления зажигательных трубок ЗТП-300 (ст. 56) применяется огнепроводный шнур со скоростью горения 1 *см* в 3 *сек*.

ются трещины, переломы, следы подмочки, разлохмачивание и другие повреждения и неисправности, то такой шнур считается непригодным для работы; концы шнура в бухте длиной по 10—15 *см* отрезаются.

Скорость горения огнепроводного шнура проверяют поджиганием отрезка его длиной 60 *см*, определяя время горения по секундомеру или по часам с секундной стрелкой. Время горения отрезка указанной длины должно составлять 60—70 секунд.

52. Воспламенительный (тлеющий) фитиль применяется для зажигания огнепроводного шнура и представляет собой пучок хлопчатобумажных или льняных нитей, сплетенных в шнур диаметром 6—8 *мм* и пропитанных калиевой селитрой. Фитиль тлеет со скоростью 1 *см* в 1—3 минуты в зависимости от силы ветра.

При работе с воспламенительным фитилем особое внимание необходимо обращать на хорошее соединение его с огнепроводным шнуром, так как плохое соединение приводит к отказам. Воспламенительный фитиль необходимо оберегать от увлажнения.

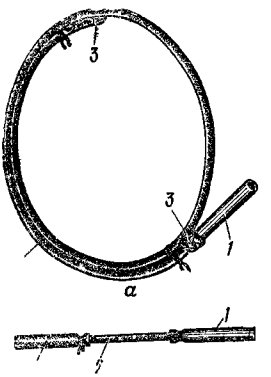


Рис. 20. Зажигательные трубки, изготовляемые в войсках:
а — без воспламенительного фитиля; *б* — с воспламенительным фитилем; *1* — капсюль-детонатор; *2* — огнепроводный шнур; *3* — изоляционная лента; *4* — фитиль

53. Зажигательные трубки, изготовляемые в войсках (рис. 20), могут быть сделаны без воспламенительного фитиля или с фитилем. Без фитиля зажигательные трубки короче 50 *см* делать, как правило, запрещается; в зажигательных трубках с воспламенительным фитилем отрезок огнепроводного шнура должен иметь длину не менее 10 *см*.

В исключительных случаях боевой обстановки и при производстве подрывных работ во время защиты мостов от ледохода разрешается применять зажигательные трубки без фитиля длиной 15 *см*.

54. Изготовление зажигательных трубок производится в следующем порядке. Чистым острым ножом на деревянной подкладке отрезают под прямым углом

кусок огнепроводного шнура необходимой длины, затем вынимают из коробки капсюль-детонатор и проверяют его пригодность путем осмотра. Обрезанный под прямым углом конец огнепроводного шнура осторожно вводят в гильзу капсюля-детонатора до упора в чашечку (рис. 21). Шнур должен входить в гильзу

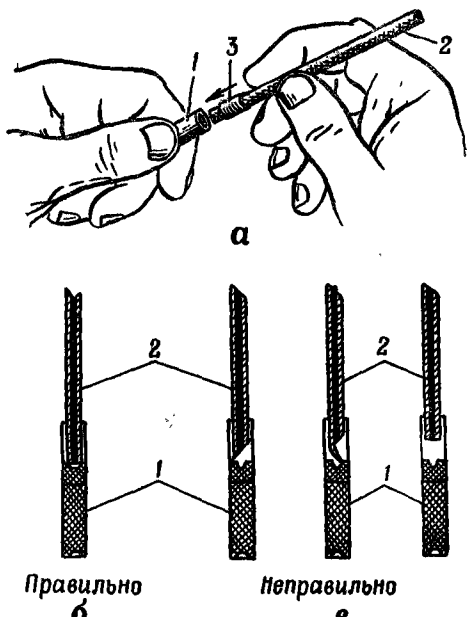


Рис. 21. Ввод огнепроводного шнура в капсюль-детонатор:

а — ввод шнура; *б* — правильно обрезанный и введенный шнур; *в* — неправильно обрезанный и введенный шнур; *1* — капсюль-детонатор; *2* — огнепроводный шнур; *3* — слой изоляционной ленты

легко, без нажима и вращения, которые могут привести к взрыву капсюля-детонатора. Если шнур входит в гильзу слишком свободно, конец его обертывают одним слоем изоляционной ленты или бумаги.

После этого для закрепления капсюля-детонатора на огнепроводном шнуре его обжимают специальным обжимом. Для этого берут шнур в левую руку и, придерживая капсюль-детонатор указательным пальцем, на-

кладывают правой рукой обжим так, чтобы его нижняя поверхность была на уровне среза гильзы (рис. 22); постепенно усиливая нажатие на обжим и поворачивая его, создают у края гильзы кольцевую шейку, чем и достигается прочность соединения капсюля-детонатора со шнуром.

Обжимать капсюль-детонатор можно только обжимом. Если обжима нет, то конец огнепроводного шнура, вставляемый в капсюль-детонатор, следует обернуть изоляционной лентой или (при отсутствии ленты) бумагой так, чтобы шнур не выпадал из гильзы под действием собственного веса.

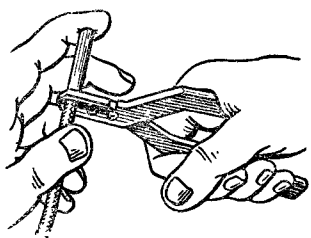


Рис. 22. Обжатие капсюля-детонатора на огнепроводном шнуре

При использовании зажигательных трубок в сырых местах и при подводных взрывах место соединения огнепроводного шнура с капсюлем-детонатором покрывается изоляционной лентой.

Перед воспламенением зажигательной трубки свободный конец огнепроводного шнура для большего обнажения пороховой сердцевины и улучшения условий воспламенения обрезают наискось. Обрезка шнура должна производиться после того, как зажигательная трубка будет вставлена в заряд ВВ.

Если изготовленная зажигательная трубка не будет сразу применена для производства взрыва, то свободный конец огнепроводного шнура залепляют воском, мастикой или обертывают изоляционной лентой.

При изготовлении зажигательной трубки с фитилем отрезок последнего длиной не меньше 3 *см* надевается на срезанный наискось конец огнепроводного шнура. Фитиль привязывается к шнуру прочной ниткой; привязывание должно производиться ниже среза шнура, в противном случае возможен отказ в воспламенении зажигательной трубки.

55. Воспламенение зажигательных трубок производят:

— воспламенительным фитилем (тлеющий конец

фитиля прикладывается к косому срезу огнепроводного шнура);

— обыкновенными спичками (рис. 23) или спичками подрывника (тлеющими);

— горящим огнепроводным шнуром с насечками.

56. Зажигательные трубки, изготавливаемые в промышленности, имеют три срока замедления: 50 *сек* (ЗТП-50), 150 *сек* (ЗТП-150) и 300 *сек* (ЗТП-300). Они изготовляются с терочным или механическим воспламе-

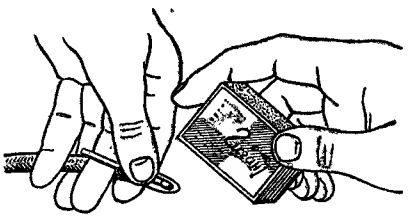


Рис. 23. Воспламенение зажигательной трубки обыкновенной спичкой

нителем огнепроводного шнура. Характеристики их приведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики зажигательных трубок

Характеристики	Наименование трубок		
	ЗТП-50	ЗТП-150	ЗТП-300
Время замедления взрыва, *сек*:			
на воздухе	50	150	360
в воде на глубине 5 *м* . .	40	100	300
Длина, *см*	55	150	100
Вес, *г*	50	75	65
Цвет огнепроводного шнура	Серовато-белый		Голубой*

* Трубки ЗТП-300 первых выпусков имеют огнепроводный шнур серовато-белого цвета.

57. Зажигательная трубка с терочным воспламенителем (рис. 24) состоит из терочного воспламенителя, огнепроводного шнура, капсюля-детонатора № 8-А и ниппеля с резьбой.

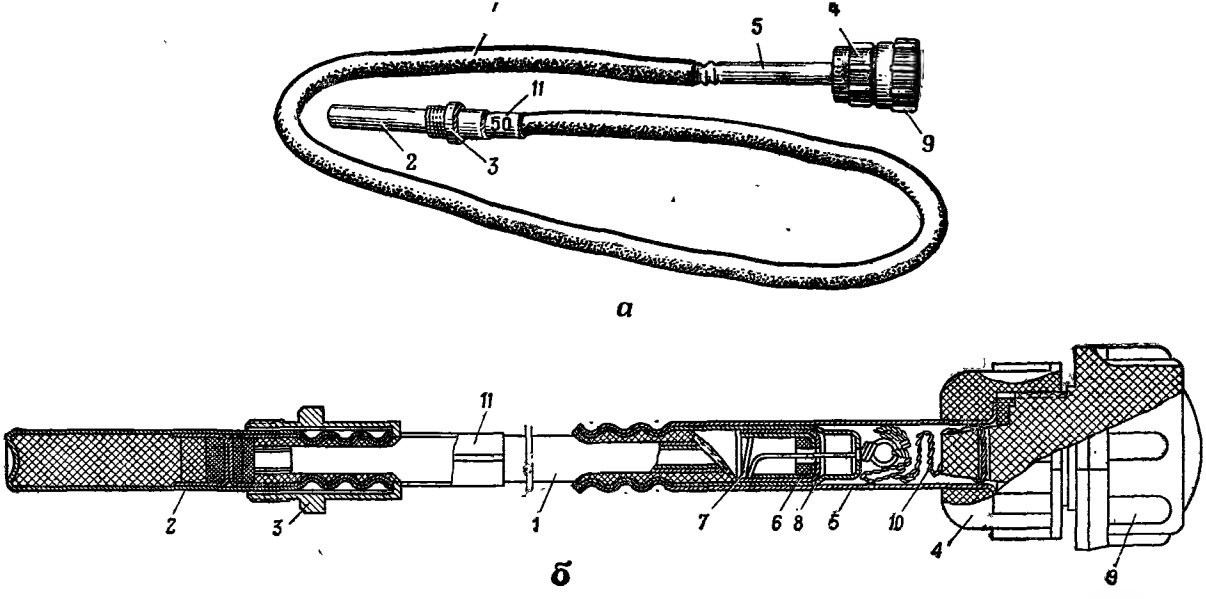


Рис. 24. Зажигательная трубка с терочным воспламенителем:

а — общий вид; *б* — разрез; *1* - огнепроводный шнур; *2* — капсюль-детонатор № 8-А; *3* — ниппель; *4* — корпус; *5* — трубка; *6* — терочный капсюль-воспламенитель; *7* — терка; *8* — гильза; *9* — пробка; *10* — капроновая нить; *11* — алюминиевая муфточка с цифрой, указывающей время замедления в секундах

Терочный воспламенитель состоит из корпуса, трубки, терочного капсюля-воспламенителя, терки, гильзы и пробки. Пробка соединена с петлей терки капроновой нитью.

На огнепроводном шнуре зажигательной трубки укреплена алюминиевая муфточка, на которой имеются цифры, указывающие время замедления в секундах (50, 150, 300).

При применении зажигательной трубки с терочным воспламенителем необходимо:

— ввинтить капсюль-детонатор в запальное гнездо заряда;

— отвинтить пробку терочного воспламенителя;

— держа воспламенитель левой рукой за корпус, правой выдернуть рывком пробку с теркой.

При выдергивании терки загорается терочный воспламенитель, который зажигает огнепроводный шнур. Пучок искр огнепроводного шнура после сгорания его по всей длине вызывает взрыв капсюля-детонатора.

58. Зажигательная трубка с механическим воспламенителем (рис. 25) состоит из воспламенительного узла, огнепроводного шнура, капсюля-детонатора № 8-А, ниппеля с резьбой и механического воспламенителя.

Механический воспламенитель состоит из корпуса, пружины, ударника и чеки с кольцом. На торце корпуса воспламенителя имеются две прорези — глубокая и мелкая. Глубокая прорезь предназначена для установки чеки в предохранительное положение; при расположении в этой прорези чека за кольцо не выдергивается. В мелкую прорезь чека переводится перед приведением зажигательной трубки в действие; из мелкой прорези чека легко выдергивается за кольцо.

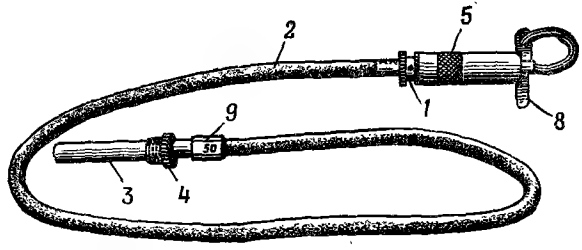
При применении зажигательных трубок с механическим воспламенителем необходимо:

— убедиться, что чека находится в глубокой прорези;

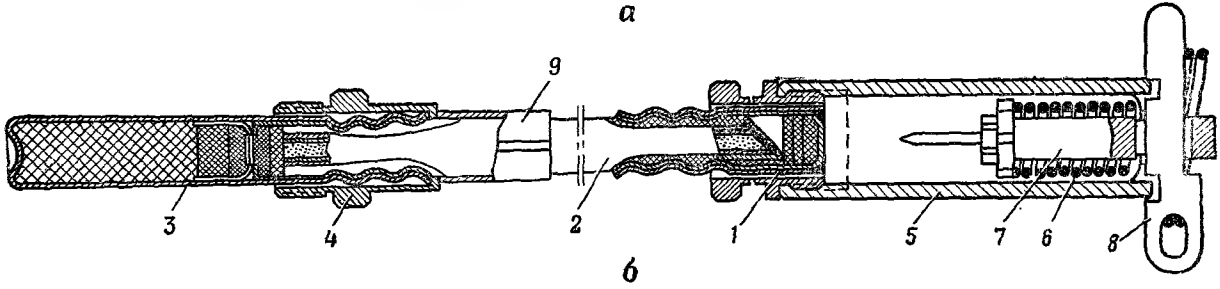
— навинтить воспламенитель на ниппель воспламенительного узла зажигательной трубки;

— ввинтить капсюль-детонатор в запальное гнездо заряда;

— приподнять и поворотом на 90° переставить чеку из глубокой прорези в мелкую;



а



б

Рис. 25. Зажигательная трубка с механическим воспламенителем:

а — общий вид. *б* — разрез. *1* — воспламенительный узел; *2* — огнепроводный шнур; *3* — капсюль-детонатор № 8-А; *4* — ниппель; *5* — корпус; *6* — пружина; *7* — ударник; *8* — чека с кольцом; *9* — алюминиевая муфточка с цифрой, указывающей время замедления в секундах

— держа воспламенитель левой рукой за корпус, правой рукой выдернуть чеку за кольцо (шток воспламенителя направлять при этом от себя).

При выдергивании чеки ударник под действием пружины накалывает капсюль-воспламенитель, который зажигает огнепроводный шнур. Пучок искр огнепроводного шнура после сгорания его по всей длине вызывает взрыв капсюля-детонатора.

59. Зажигательные трубки заводского изготовления, будучи воспламененными на воздухе, надежно горят и в воде на глубинах до 5 *м*. Трубки с механическим воспламенителем допускают воспламенение их в воде на тех же глубинах.

К местам производства подрывных работ зажигательные трубки должны доставляться в заводской упаковке или в сумках подрывника. Данные о заводской упаковке зажигательных трубок приведены в приложении 4.

60. Обращение с зажигательными трубками должно быть таким же осторожным, как обращение с капсюлями-детонаторами.

Вставлять зажигательные трубки в заряды ВВ можно только после закрепления зарядов на подрываемых объектах, при этом капсюли-детонаторы должны входить в запальные гнезда шашек до дна; закрепление зажигательных трубок в зарядах достигается ввинчиванием (при наличии зажигательных трубок ЗТП и шашек с резьбой) или привязыванием. Закреплять зажигательные трубки в зарядах путем заклинивания запрещается.

ВЗРЫВАНИЕ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ

61. Детонирующий шнур предназначается для осуществления одновременного взрыва нескольких зарядов, например, при подрывании мостов, зданий и т. п., а также для бескапсюльного взрывания зарядов ВВ, заложенных в труднодоступных местах.

Детонирующий шнур (рис. 26) состоит из сердцевины бризантного ВВ (тэна) с двумя направляющими нитями и ряда внутренних и внешних оплеток, покрытых влагоизолирующей оболочкой. В зависимости от вида влагоизолирующей оболочки детонирующий шнур, ко-

торым снабжаются войска, подразделяется на марки ДШ-Б и ДШ-В *.

Оболочка шнура марки ДШ-Б представляет собой слой влагоизолирующей мастики, поверх которой навиты красные нити. Оболочка шнура марки ДШ-В является более водонепроницаемой и выполнена из пластиката красного цвета. Красный цвет оболочек детонирующего шнура позволяет легко отличать его от шнура

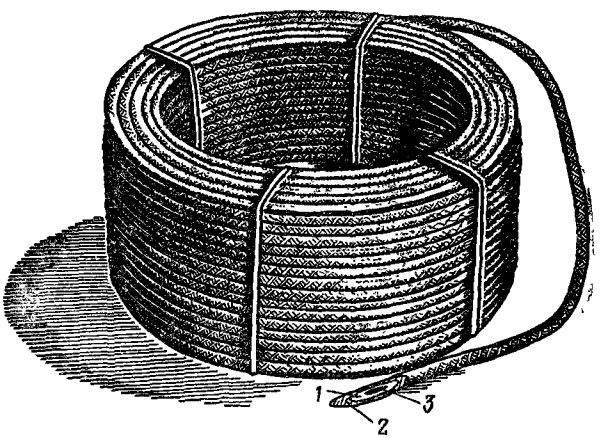


Рис. 26. Детонирующий шнур (бухта 50 *м*):
1 — ВВ (тэн); *2* — наружная оболочка; *3* — направляющая нить

огнепроводного. Диаметр детонирующего шнура обеих марок равен 5—6 *мм*.

Детонирующий шнур взрывается со скоростью не менее 6500 метров в секунду. Его следует оберегать от механических повреждений, а также от действия влаги и огня; от огня детонирующий шнур может загореться и медленно гореть; при прострелe пулей он может взорваться.

Детонирующий шнур отрезками длиной 50 *м* хранится свернутым в бухты с покрытыми мастикой концами в сухих прохладных помещениях отдельно от взрывчатых веществ и зарядов. Влажные

* В народном хозяйстве применяется шнур марки ДШ-А, имеющий оболочку белого цвета с двумя красными нитями.

теплые помещения способствуют появлению плесени на поверхности детонирующего шнура марки ДШ-Б.

Детонирующий шнур с поврежденной оболочкой хранить воспрещается; поврежденные участки шнура нужно вырезать и уничтожить. Хранение детонирующего шнура на солнце запрещается.

62. Детонирующий шнур взрывается зажигательной трубкой, зарядом ВВ или электродетонатором. Одной

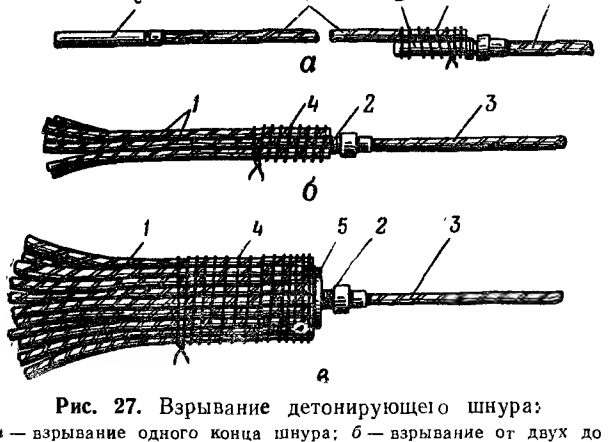


Рис. 27. Взрывание детонирующего шнура:

а — взрывание одного конца шнура; *б* — взрывание от двух до шести концов шнура; *в* — взрывание более шести концов шнура; *1* — концы детонирующего шнура; *2* — капсюль-детонатор зажигательной трубки; *3* — огнепроводный шнур; *4* — шпагат; *5* — шашка ВВ (буровая); *6* — капсюль-детонатор, вставляемый в заряд

зажигательной трубкой или одним электродетонатором можно взорвать до шести концов детонирующего шнура; при большем числе концов их удобнее привязывать к шашке ВВ (рис. 27), а шашку взрывать зажигательной трубкой или электродетонатором.

Взрываемые концы детонирующего шнура плотно привязывают изоляционной лентой или шпагатом по всей длине капсюля-детонатора зажигательной трубки, электродетонатора или шашки ВВ. В сырую погоду и при взрывании под водой концы детонирующего шнура необходимо хорошо изолировать изоляционной лентой или водонепроницаемой мастикой.

Под водой детонирующий шнур можно взрывать при условии пребывания его там не более 10 часов

для марки ДШ-Б и до 24 часов для марки ДШ-В.

63. На концах отрезков детонирующего шнура, вставляемых во взрываемые при помощи их заряды, как правило, должны быть капсюли-детонаторы; последние надеваются на детонирующий шнур и закрепляются на нем так же, как на огнепроводном шнуре при изготовлении зажигательных трубок (ст. 54).

При помощи детонирующего шнура без капсюля-детонатора можно взрывать заряды из порошкообразных (в частности, аммиачноселитренных) и из пластичных ВВ. С этой целью в заряд вкладывается отрезок детонирующего шнура, сложенный в четыре — пять рядов без пересечений.

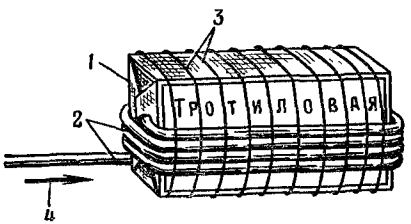


Рис. 28. Тротиловая шашка, подготовленная к бескапсюльному взрыванию детонирующим шнуром «боевик»:

1 — тротиловая шашка; *2* — детонирующий шнур; *3* — шпагат; *4* — направление детонации

Детонирующим шнуром без капсюля-детонатора при необходимости можно взорвать и шашку прессованного тротила, если ее обмотать четырьмя — пятью непересекающимися витками шнура, плотно прилегающими к граням шашки и один к другому (рис. 28).

Детонирующий шнур режут на отрезки необходимой длины чистым и острым ножом на деревянной подкладке, предварительно раскатав всю бухту шнура или часть ее так, чтобы от места разреза до неразвернутой части бухты было не менее 10 *м*. После каждого разреза следует счищать остатки шнура (крошки) с подкладки и ножа или следующий разрез шнура производить на новом участке подкладки. Отрезать детонирующий шнур, вставленный в капсюль-детонатор, запрещается.

64. Соединение двух концов детонирующего шнура между собой называется сростком. Сростки (рис. 29) производятся:

— внакладку;

— прямым узлом;
— двойной петлей.

Последние два сростка нужно затягивать туго, но осторожно, чтобы не повредить сердцевину шнура.

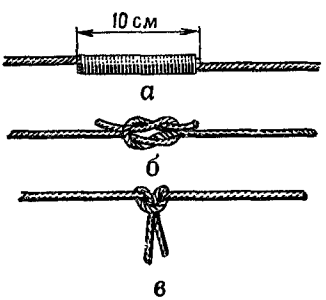


Рис. 29. Сростки детонирующего шнура:
а — внакладку; *б* — прямым узлом; *в* — двойной петлей

Соединение нескольких отрезков детонирующего шнура для одновременного взрывания зарядов называется сетью. Сети детонирующих шнуров бывают трех видов:

— последовательные (рис. 30);

— параллельные (рис. 31);

— смешанные (рис. 32).

Для обеспечения успеха взрыва в последовательных и смешанных сетях применяют замыкающий шнур, т. е. крайние заряды также соединяют между собой отрезком детонирующего

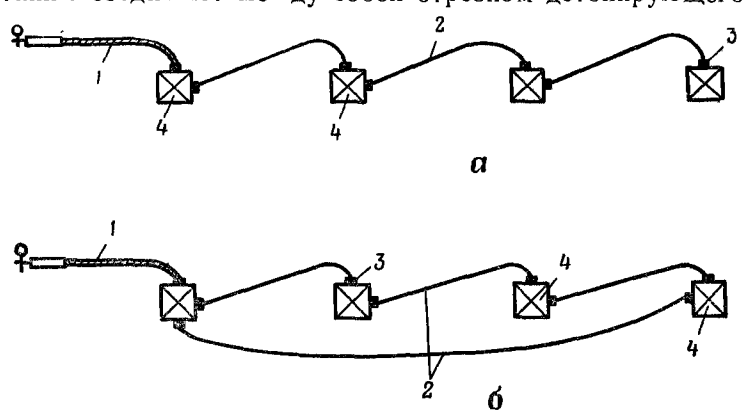


Рис. 30. Последовательная сеть детонирующего шнура:
а — без замыкающего шнура; *б* — с замыкающим шнуром; *1* — зажигательные трубки; *2* — отрезки детонирующего шнура; *3* — капсюли-детонаторы; *4* — заряды ВВ

шнура. Отрезки шнура, соединяющие отдельные заряды, должны, как правило, иметь капсюли-детонаторы на обоих концах.

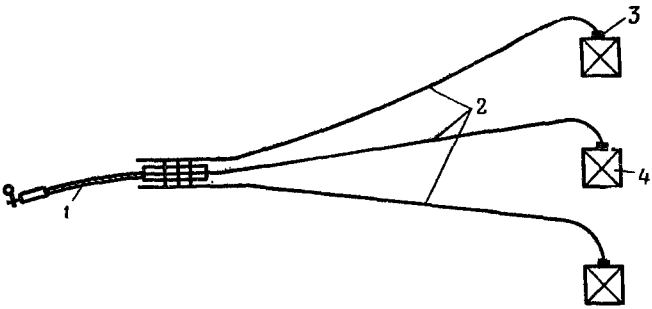


Рис. 31. Параллельная сеть детонирующего шнура:
1 — зажигательная трубка; *2* — отрезки детонирующего шнура; *3* — капсюль-детонатор; *4* — заряд ВВ

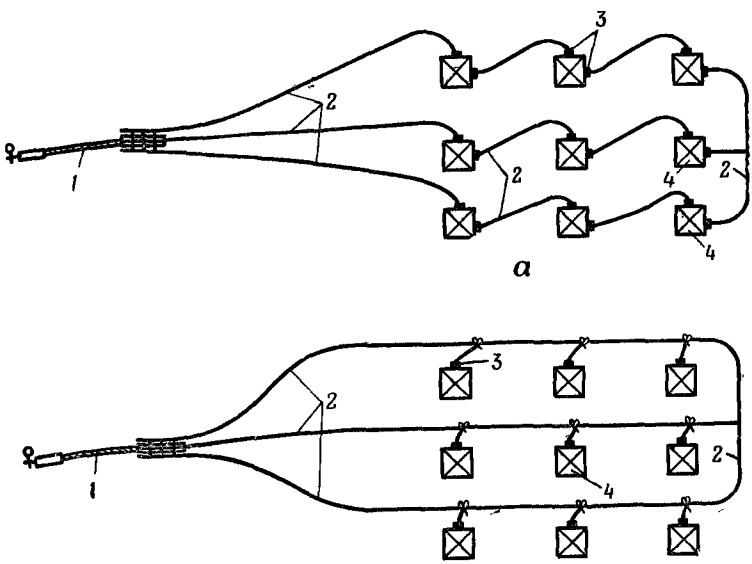


Рис. 32. Смешанные сети детонирующего шнура:
а — для наружных зарядов; *б* — для внутренних зарядов; *1* — зажигательные трубки; *2* — отрезки детонирующего шнура; *3* — капсюли-детонаторы; *4* — заряды ВВ

При изготовлении сетей детонирующего шнура сростки внакладку должны устраиваться так, чтобы по обоим соединяемым отрезкам шнура детонация проходила в одном и том же направлении (рис. 33).

Отрезки детонирующего шнура, служащие ответвлениями, соединяются с магистральным шнуром сростками внакладку или двойной петлей и должны прокладываться от мест соединения к зарядам так, чтобы они

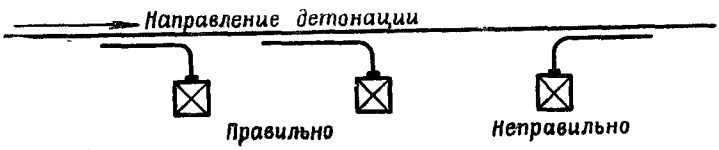


Рис. 33. Расположение сростков в сетях детонирующего шнура в зависимости от направления детонации

не соприкасались между собой и с другими зарядами, не пересекались один с другим, не образовывали петель и не были туго натянуты.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ

65. Электрический способ взрывания применяется для одновременного взрыва нескольких зарядов или для производства взрыва в точно установленное время.

Для взрывания зарядов электрическим способом необходимы:

— электродетонаторы;
— провода;
— источники тока;
— проверочные и измерительные приборы.

Электродетонаторы

66. Электродетонатор ЭДП (рис. 34, *а*) состоит из капсюля-детонатора № 8-А и электровоспламенителя, собранных в общей гильзе.

Электровоспламенитель представляет собой мостик (короткая проволочка диаметром 22—26 микрон), припаянный к концам жил двух изолированных проводов и окруженный воспламенительным составом в виде твер-

дой капельки, покрытой водоизолирующим слоем. Провода от мостика выведены наружу через пластикатовую пробку, плотно обжатую в дульце гильзы.

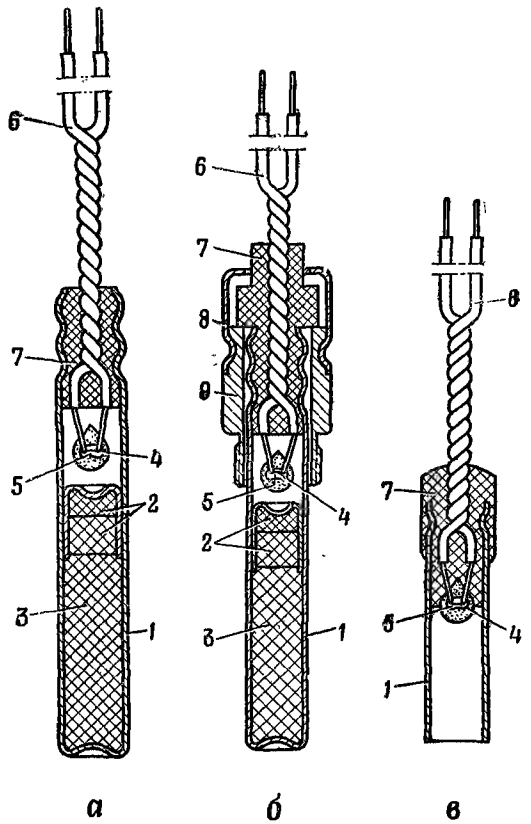


Рис. 34. Электродетонаторы:

а — ЭДП; *б* — ЭДП-р; *в* — электровоспламенитель; *1* — гильза; *2* — заряд инициирующего ВВ; *3* — заряд ВВ повышенной мощности; *4* — платино-иридиевый мостик; *5* — воспламенительный состав; *6* — провода; *7* — пластикатовая пробка; *8* — крышка; *9* — ниппель с резьбой

Войска снабжаются также электродетонаторами ЭДП-р (рис. 34, *б*), отличающимися от электродетонаторов ЭДП только наличием муфты с резьбой, посредством которой они сочленяются с зарядами и шашками, имеющими запальные гнезда с резьбой.

В войска поступают, кроме того, электровоспламенители в виде отдельных изделий (рис. 34, *в*). Такой электровоспламенитель заключен в алюминиевую гильзу. Провода от мостика выведены наружу через пластикатовую пробку.

Электродетонаторы обоих указанных типов изготовляются с платино-иридиевыми мостиками. Они имеют следующие характеристики:

— сопротивление в холодном состоянии — от 0,9 до 1,5 *ом*;

— расчетное сопротивление в нагретом состоянии (при взрыве) вместе с выводными проводами длиной 1 *м* — 2,5 *ом*;

— минимальный воспламеняющий ток — 0,4 *а* (ампера);

— минимальный расчетный ток для взрывания одиночного электродетонатора — 0,5 *а* при постоянном и 1 *а* при переменном токе;

— безопасный ток — 0,18 *а*.

Электродетонаторы ЭДП и ЭДП-р предназначаются для взрывания зарядов как в воздухе, так и под водой.

В народном хозяйстве для взрывания зарядов ВВ электрическим способом применяются электродетонаторы с нихромовым мостиком, а также электродетонаторы замедленного действия. Характеристики их приведены в приложении 3.

67. Для взрывания последовательно соединенных электродетонаторов расчетный ток принимается равным 1,0 *а* при постоянном токе и 1,5 *а* при переменном.

При параллельном соединении электродетонаторов расчетный ток равен произведению числа электродетонаторов на величину тока, необходимого для взрывания одиночного электродетонатора (ст. 66), если сопротивления параллельных ветвей примерно одинаковы.

При смешанном соединении электродетонаторов ток в отдельных ветвях принимается, как для случая последовательного соединения, а расчетный ток должен быть равен произведению числа параллельных ветвей на величину тока в одной из них.

При источниках, обеспечивающих ток до 1—1,5 *а*, параллельное и смешанное соединение электродетонаторов не допускается.

68. Сопротивление электродетонаторов измеряется при помощи линейных мостов (ст. 97), а целость мостика электродетонатора (наличие проводимости) перед присоединением его к сети проверяют, как правило, малым омметром (ст. 101).

При проверке в целях защиты проверяющих лиц от поражения осколками гильз электродетонаторы необходимо помещать за щитами из досок, за стальными листами, за грунтовыми валиками, под дерниной или в грунте (в песке) на глубине 5—10 *см*; при открытом расположении проверяемых электродетонаторов удаление их от проверяющих лиц должно быть не менее 30 *м*.

69. При неизвестных характеристиках электродетонаторов (например, трофейных) производится пробное взрывание их в количестве 3—5 шт. от каждой партии при токе, приблизительно равном 0,4 *а*.

Указанная величина тока может быть обеспечена батареей из двух последовательно соединенных щелочных аккумуляторов (ст. 93), подключаемой к испытуемым электродетонаторам проводами с общим сопротивлением 4 *ом*. При замыкании цепи электродетонаторы с платино-иридиевым мостиком должны взорваться, а электродетонаторы с мостиками из другого материала не взорвутся.

Провода

70. Основным проводом, применяемым при производстве подрывных работ, служит саперный провод с изолированной медной жилой.

Применяются следующие типы саперного провода:

— одножильный — СП-1 и СПП-1;

— двухжильный — СП-2 и СПП-2.

Характеристики указанных типов саперного провода приведены в табл. 5.

71. При недостатке саперного провода допускается применение на подрывных работах телефонных кабелей связи, электроосветительных проводов и т. п. Характеристики некоторых кабелей приведены в табл. 6.

При использовании каких-либо других проводов необходимо измерить сопротивление их жилы, а при работах в сырых местах, под водой и в случае укладки проводов в грунт на длительное время — и сопротивление изоляции.

Таблица 5

Характеристики саперных проводов

Тип провода	Сечение жилы, *мм*²	Конструкция жилы	Конструкция изоляции	Наружные размеры, *мм*	Сопротивление 1 *км* жилы, *ом*	Вес 1 *км* провода, *кг*	Усилие разрыва, *кг*
Одножильный СП-1	0,75	7 медных проволок диаметром 0,37 *мм*	Двухслойная резина, оплетка	4,5 (диаметр)	25	30	30
Двухжильный СП-2	2×0,75	То же	То же	4,5×8,5 (высота и ширина)	25 (одной жилы)	60	40
Одножильный СПП-1	0,5	7 медных проволок диаметром 0,3 *мм*	Светотермостойкий полиэтилен толщиной 0,5—0,65 *мм*	2,25 (диаметр)	37,5	8	Не менее 23
Двухжильный СПП-2	2×0,5	То же	То же	Свит из двух проводов СПП-1	37,5 (одной жилы)	16	Не менее 45

Таблица 6

Характеристики некоторых кабелей

Наименование кабеля	Число жил и их сечение, *мм²*	Наружные размеры, *мм*	Сопротивление 1 *км* жилы, *ом*	Вес 1 *км* кабеля, *кг*
Плоский линейный телефонный с медной жилой и резиновой изоляцией ЛТО	2×0,6	3,6×6,5	65	33
Витой линейный телефонный с медной жилой и резиновой изоляцией ЛТВ	2×0,6	7,5 (диаметр)	65	37
Провод для промышленных взрывных работ с медной жилой и поливинилхлоридной изолицией ВМВ	1×0,8	2,3 (диаметр)	40	8,2

72. Перед применением провода проверяются на целость жилы и исправность изоляции. Проверка производится при помощи линейного моста или малого омметра (ст. 97 и 101).

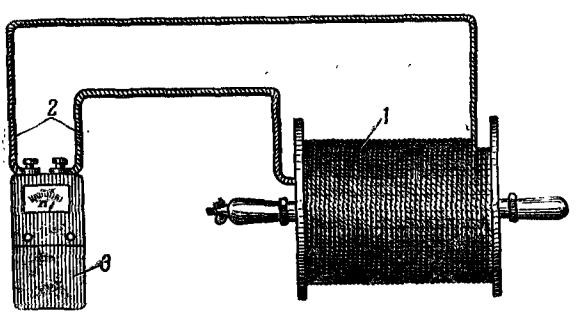


Рис. 35. Проверка целости жилы саперного провода: *1* — провод на катушке; *2* — концы провода; *3* — малый омметр

Для проверки целости жилы (рис. 35) концы провода подключают к омметру, и если показание стрелки омметра совпадает с номинальным сопротивлением жилы провода данной длины, то жила исправна. В противном

случае место разрыва или повреждения жилы определяют наружным осмотром и постепенным подключением разматываемого провода к омметру при помощи иглы (места проколов покрывают изоляционной лентой). Таким образом поступают до тех пор, пока не будет определено место разрыва жилы, после чего кусок провода в этом месте вырезается, концы его сращиваются и снова производится проверка всего провода. Если жила провода имеет несколько разрывов, они устраняются при дальнейшей проверке.

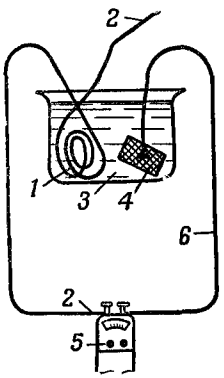


Рис. 36. Проверка изоляции саперного провода:

1 — проверяемый провод в бухте; *2* — концы проверяемого провода; *3* — сосуд с подсоленной водой; *4* — металлический лист; *5* — малый омметр; *6* — соединительный провод

Проверка исправности изоляции (рис. 36) производится в сосуде с подсоленной водой (1—2 стакана поваренной соли на ведро воды), в которую опускают металлический лист, зачищенный до блеска, площадью не менее 100 квадратных сантиметров и бухту испытуемого провода. Один конец провода выпускают из сосуда и изолируют, а другой конец и металлический лист присоединяют к зажимам омметра (моста) *.

Изоляция считается исправной, если стрелка омметра будет показывать сопротивление не менее 3000 *ом*. Если при пребывании бухты в воде в течение 20—30 минут показания омметра будут меньше 3000 *ом*, то изоляция неисправна.

Для нахождения неисправности нужно медленно вытягивать конец провода из воды, обтирая его насухо тряпкой; движение стрелки омметра в сторону увеличения сопротивления покажет, что участок провода с испорченной изоляцией вышел из воды. Обнаруженные участки провода с испорченной изоляцией покрываются изоляционной лентой.

73. При подрывных работах провода нельзя подвергать излишнему натяжению, перекручиванию, перетиранию и пр. По окончании

---

* Для измерения сопротивления изоляции предпочтительней применять мегомметр на 500 *в*.

работ провода должны быть очищены от грязи, промыты и просушены.

Периодически в целях лучшего сохранения саперного провода типа СП-1 и СП-2 производится пропитка его озокеритом, расплавленным в специальном сосуде. Излишек озокерита снимается с провода ниппелем, тряпкой или куском резины с отверстием для пропуска провода. Пропитанный озокеритом провод протирается сухой тряпкой.

74. Саперный провод хранится в бухтах или на катушках в прохладных помещениях с ровной температурой; на солнце саперный провод хранить нельзя. На катушках и бухтах должны быть привязаны бирки с указанием длины провода, сопротивления его изоляции и исправности жилы.

Для работы провод перематывается на саперную катушку (приложение 12). Внутренний конец провода выпускается наружу на 1 *м*. Для удобства прокладки магистральных проводов лучше иметь параллельно намотанными на одну катушку два одножильных провода, связанных вместе через каждые 1—2 *м*, или один двухжильный провод.

Источники тока

75. Для взрывания зарядов электрическим способом, как правило, применяются специальные подрывные машинки, сухие батареи и элементы; кроме того, могут быть использованы аккумуляторные батареи, передвижные электрические станции, а также осветительные и силовые сети местных электростанций.

Независимо от применяемого источника тока в каждом отдельном случае должен производиться расчет электровзрывной сети, а при использовании элементов и батарей должно рассчитываться также необходимое количество их согласно ст. 116—120.

Подрывные машинки

76. Коиденсаторная подрывная машинка КПМ-1 * состоит из индуктора (маломощного генератора переменного тока), трансформатора, двух селеновых выпрями-

* С 1964 г. машинка выпускается в комплекте с пультом-пробником под названием КПМ-1А.

телей, двух конденсаторов, сигнальной неоновой лампы, двух омических сопротивлений, семи различных контактов, металлического каркаса, привода с ручкой и пластмассового корпуса. Напряжение, развиваемое машинкой на линейных зажимах, составляет 1500 *в*.

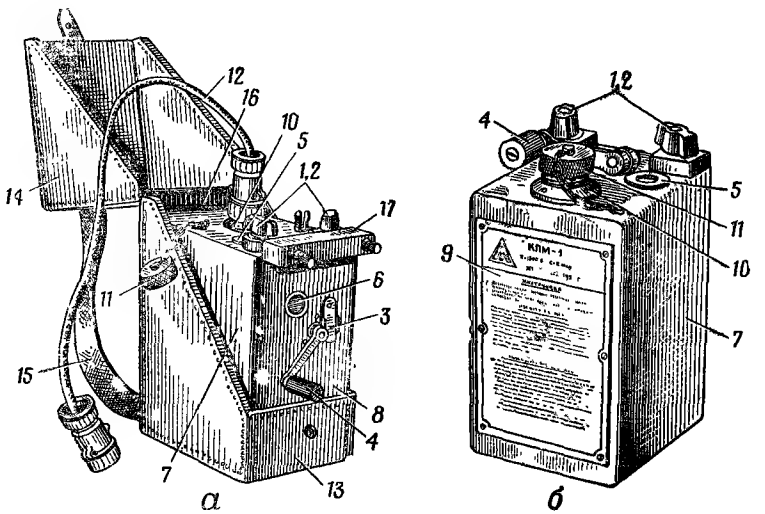


Рис. 37. Общий вид подрывной машинки КПМ-1:

а — в футляре; *б* — без футляра; *1*, *2* — линейные зажимы; *3* — пружинная заслонка; *4* — приводная ручка; *5* — окно неоновой лампы; *6* — кнопка взрыва; *7* — пластмассовый корпус; *8* — крышка (отъемная стенка) корпуса; *9* — металлическая пластинка с инструкцией; *10* — штепсельный разъем с контактами; *11* — заглушка штепсельного разъема; *12* — соединительный кабель с розетками; *13* — брезентовый футляр; *14* — крышка футляра; *15* — плечевой ремень; *16* — карман для укладки пульта и соединительного кабеля; *17* — пульт

Наружные габаритные размеры машинки 103×87×166 *мм*, вес 1,6 *кг*. Машинка переносится на плечевом ремне в брезентовом футляре * вместе с дополнительными принадлежностями (пульт, соединительный кабель, запасные приводные ручки).

Внешний вид машинки КПМ-1 с вставленной приводной ручкой показан на рис. 37, общий вид машинки, вынутой из корпуса,— на рис. 38, электрическая схема — на рис. 39.

* Футляр имеет наружные размеры 156×106×196 *мм* и вес около 0,5 *кг*.

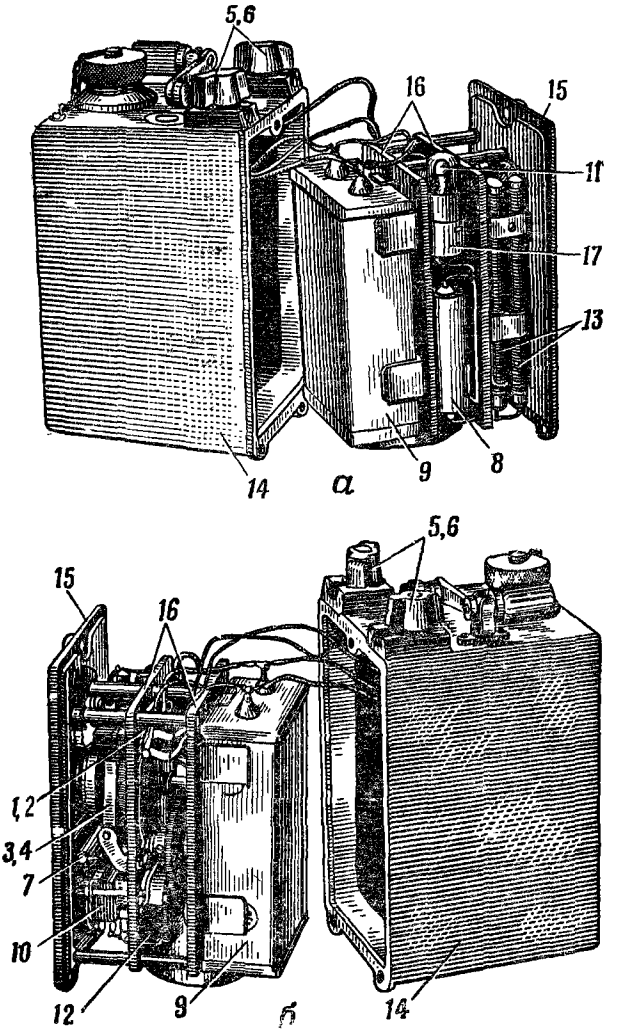


Рис. 38. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-1, вынутая из корпуса:

а — вид со стороны выпрямителей; *б* — вид со стороны индуктора; *1, 2* — линейные контакты; *3, 4* — контакты разрядного сопротивления; *5, 6* — линейные зажимы; *7* — разрядное сопротивление; *8* — конденсатор удвоения напряжения; *9* — накопительный конденсатор, *10* — трансформатор; *11* — сигнальная неоновая лампа; *12* — индуктор; *13* — селеновые выпрямители; *14* — пластмассовый корпус; *15* — крышка (отъемная стенка) корпуса; *16* — гетинаксовая монтажная панель; *17* — патрон неоновой лампы

Принцип действия конденсаторных подрывных машинок основан на постепенном заряде накопительного конденсатора от маломощного источника электрической энергии (индуктора) с последующей мгновенной отдачей накопленной энергии во внешнюю сеть.

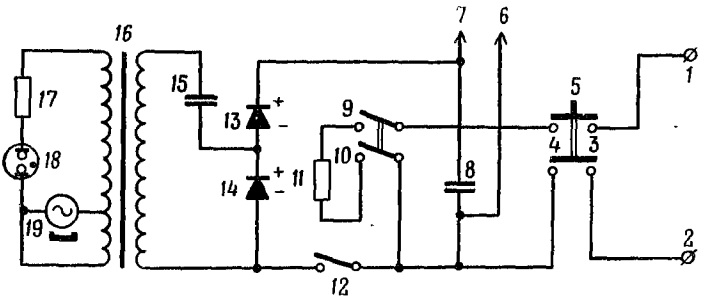


Рис. 39. Электрическая схема конденсаторной подрывной машинки КПМ-1 (приводная ручка вставлена):

1, 2 — линейные зажимы; *3, 4* — линейные контакты; *5* — кнопка взрыва; *6, 7* — контакты штепсельного разъема; *8* — накопительный конденсатор; *9, 10* — контакты для разрядки конденсатора; *11* — разрядное сопротивление; *12* — автоматический контакт; *13, 14* — селеновые выпрямители; *15* — конденсатор удвоения напряжения; *16* — трансформатор; *17* — балластное сопротивление; *18* — сигнальная неоновая лампа; *19* — индуктор

Характеристики машинки КПМ-1 приведены в табл. 7.

Таблица 7

Характеристики подрывной машинки КПМ-1

Наименование взрываемых электродетонаторов (электровоспламенителей)	Способ соединения	Наибольшее допускаемое количество электродетонаторов, шт.	Общее допускаемое сопротивление сети, *ом*
Электродетонаторы с платино-иридиевым мостиком (ЭДП и ЭДП-р)	Последовательно	100	350
	Параллельно	5	15
Электродетонаторы с нихромовым мостиком (ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж)	Последовательно	100	300
	Параллельно	4	15

Работа подрывной машинки КПМ-1 происходит следующим образом (рис. 39). При вставлении приводной ручки в машинку контакты разрядного сопротивления размыкаются, отключая последнее от накопительного

конденсатора. При вращении приводной ручки по направлению движения часовой стрелки автоматический контакт замыкается и подключает накопительный конденсатор на зарядку.

Напряжение индуктора, развиваемое в результате вращения ручки, повышается при помощи трансформатора. Повышенное напряжение подается на выпрямитель, работающий по схеме удвоения напряжения и состоящий из конденсатора удвоения и селеновых выпрямителей. Выпрямленный ток через автоматический контакт заряжает накопительный конденсатор.

Когда напряжение на накопительном конденсаторе достигает величины 1500 *в*, сигнальная неоновая лампа начинает светиться, что свидетельствует о готовности машинки к производству взрыва.

С прекращением вращения ручки индуктора автоматический контакт размыкается, что исключает возможность разряда накопительного конденсатора через селеновые выпрямители. Свечение неоновой лампы при этом прекращается, хотя конденсатор остается заряженным.

При нажатии кнопки взрыва линейные контакты подключают накопительный конденсатор к линейным зажимам. Если к этим зажимам подключена электровзрывная сеть, то по ней пройдет ток и произойдет взрыв электродетонаторов.

В случае когда по какой-либо причине после приведения машинки КПМ-1 в положение готовности к взрыву взрыв произведен не будет (не будет нажата кнопка взрыва), накопительный конденсатор может быть разряжен через разрядное сопротивление.

Разрядка накопительного конденсатора происходит после изъятия приводной ручки из ее гнезда, когда последнее закроется освободившейся пружинной заслонкой. При этом контакты разрядного сопротивления замыкаются и подключают к нему конденсатор. Таким образом, при вынутой приводной ручке произвести взрыв нельзя.

77. При пользовании подрывной машинкой КПМ-1 нужно:

— открыть крышку брезентового футляра, большим

пальцем левой руки отодвинуть (повернуть) пружинную заслонку, а правой рукой вставить в гнездо приводную ручку до упора;

— присоединить зачищенные концы магистральных проводов к линейным зажимам машинки так, чтобы оголенные жилы не касались одна другой и не сближались между собой;

— равномерно вращать приводную ручку по направлению движения часовой стрелки со скоростью 3—4 оборота в секунду* до появления равномерного свечения неоновой лампы (вращать приводную ручку больше 15 секунд запрещается; не рекомендуется также заряжать машинку раньше чем за 2 минуты до подачи команды «Огонь»);

— для производства взрыва по команде «Огонь» нажать кнопку взрыва до отказа;

— вынуть приводную ручку из гнезда;

— отключить концы магистральных проводов и закрыть крышку футляра.

78. При работе с машинкой КПМ-1:

— не допускается замыкание линейных зажимов металлическими предметами;

— не допускается касание линейных зажимов руками в момент нажатия кнопки взрыва;

— после производства каждого взрыва приводную ручку обязательно вынимать из гнезда перед отсоединением магистральных проводов от линейных зажимов;

— предохранять машинку от дождя, влаги и грязи.

79. Исправность подрывной машинки КПМ-1 проверяется взрыванием двух параллельно соединенных электродетонаторов или электровоспламенителей, подключенных к линейным зажимам через проволочный пульт (ст. 106). Машинка КПМ-1А проверяется пультом-пробником (ст. 102).

При производстве указанных проверок должны выполняться требования ст. 68 и 78.

Пригодность машинки для той или иной существующей электровзрывной сети может быть проверена взрыванием двух параллельно соединенных электродетона-

---

* Вращать ручку с меньшей скоростью нельзя, так как при малой скорости вращения возможна разрядка накопительного конденсатора через селеновые выпрямители.

торов (электровоспламенителей) при добавочном сопротивлении, соответствующем полному расчетному сопротивлению этой сети.

80. Для взрывания электродетонаторов в количествах, превышающих указанные в табл. 7, можно применять две параллельно соединенные машинки КПМ-1. В этом случае максимальное количество взрываемых электродетонаторов определяется по табл. 8.

Таблица 8

Количество электродетонаторов, взрываемых двумя соединенными подрывными машинками КПМ-1

Наименование взрываемых электродетонаторов (электровоспламенителей)	При последовательном соединении		При параллельном соединении	
	количество электродетонаторов, шт.	общее сопротивление сети, *ом*	количество электродетонаторов, шт.	общее сопротивление сети, *ом*
Электродетонаторы с платино-иридиевым мостиком (ЭДП и ЭДП-р)	200	700	5	30
Электродетонаторы с нихромовым мостиком (ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж)	200	600	4	30

Параллельное соединение двух машинок производится через контакты штепсельного разъема (см. рис. 37 и 38) при помощи входящего в комплект каждой машинки соединительного кабеля, концы которого снабжены розетками.

Накопительные конденсаторы обеих соединенных между собой машинок оказываются подключенными параллельно друг другу и могут быть заряжены путем вращения приводной ручки любой из этих машинок*. Взрыв же производится нажатием кнопки взрыва только той машинки, к линейным зажимам которой присоединены магистральные провода электровзрывной сети.

* Приводные ручки должны быть вставлены в гнезда обеих машинок.

81. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-2 * (рис. 40, 41, 42) принципиально не отличается от машинки КПМ-1, но, развивая такое же напряжение (1500 *в*), имеет большую мощность и соответственно большие размеры и вес.

Наружные габаритные размеры машинки КПМ-2 (без футляра) 260×120×185 *мм*, вес около 6 *кг*. Машинка переносится на плечевом ремне в брезентовом футляре, в котором размещаются также проволочный пульт и запасные приводные ручки. Характеристики машинки КПМ-2 приведены в табл. 9.

Таблица 9

Характеристики подрывной машинки КПМ-2

Наименование взрываемых электродетонаторов (электровоспламенителей)	Способ соединения	Наибольшее допускаемое количество электродетонаторов, шт.	Общее допускаемое сопротивление сети, *ом*
Электродетонаторы с платино-иридиевым мостиком (ЭДП и ЭДП-р)	Последовательно	300	900
	Параллельно	6	50
Электродетонаторы с нихромовым мостиком (ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж)	Последовательно	200	600
	Параллельно	4	30

82. В отношении правил пользования подрывной машинкой КПМ-2, порядка приведения этой машинки в состояние готовности к взрыву, правил производства взрыва, а также в отношении порядка проверки исправности машинки и соблюдения мер предосторожности при обращении с ней должны выполняться все указания ст. 77—79.

При этом необходимо иметь в виду, что приводная ручка не вставляется, а ввертывается в гнездо машинки КПМ-2 и вывертывается из него (после производства взрыва) резким поворотом против хода часовой стрелки.

Проверка исправности машинки КПМ-2 производится при помощи проволочного пульта (ст. 106) в соответствии со ст. 79. Согласно этой же статье производится и проверка пригодности машинки для существующих электровзрывных сетей.

---

* В настоящее время машинка снята с производства.

83. Подрывная машинка ПМ-1 * состоит из динамомашины постоянного тока смешанного возбуждения, контактного приспособления, механического привода с ключом, станины и кожуха с дверцей.

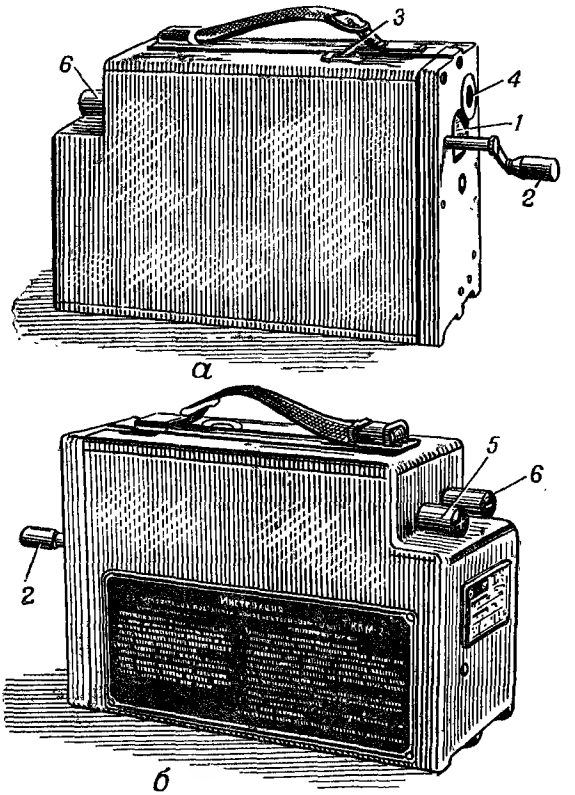


Рис. 40. Общий вид конденсаторной подрывной машинки КПМ-2:

а — вид спереди; *б* — вид сзади; *1* — пружинная заслонка; *2* — приводная ручка; *3* — окно неоновой лампы; *4* — кнопка взрыва; *5*, *6* — линейные зажимы

Наружные габаритные размеры машинки 215×125×100 *мм*, вес около 7 *кг*. Внешний вид машинки с открытой дверцей показан на рис. 43, общий вид без кожуха — на рис. 44, электрическая схема — на рис. 45.

* Машинка снята с производства.

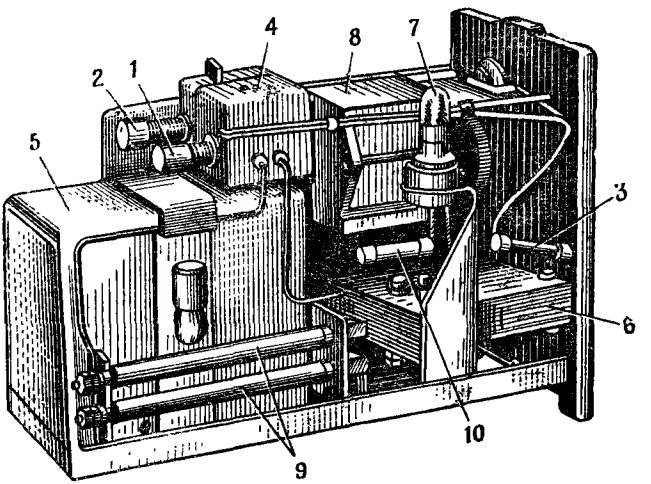


Рис. 41. Конденсаторная подрывная машинка КПМ-2 без корпуса:

1, 2 — линейные зажимы; *3* — разрядное сопротивление; *4* — конденсатор удвоения напряжения; *5* — накопительный конденсатор; *6* — автотрансформатор; *7* — сигнальная неоновая лампа; *8* — индуктор; *9* — селеновые выпрямители; *10* — балластное сопротивление

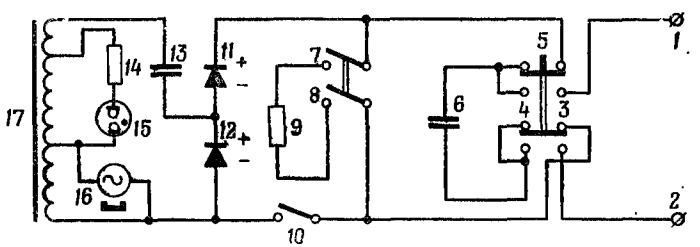


Рис. 42. Электрическая схема подрывной машинки КПМ-2 (приводная ручка вставлена):

1, 2 — линейные зажимы; *3, 4* — линейные контакты; *5* — кнопка взрыва; *6* — накопительный конденсатор; *7, 8* — контакты для разрядки конденсатора; *9* — разрядное сопротивление; *10* — автоматический контакт; *11, 12* — селеновые выпрямители; *13* — кондесатор удвоения напряжения; *14* — балластное сопротивление; *15* — сигнальная неоновая лампа; *16* — индуктор; *17* — автотрансформатор

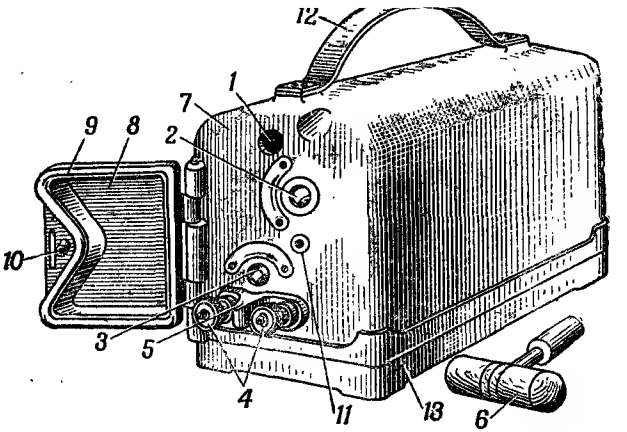


Рис. 43. Общий вид подрывной машинки ПМ-1 с открытой дверцей:

1 — гнездо для хранения приводного ключа; *2* — гнездо спускного вала; *3* — гнездо вала пружины; *4* — линейные зажимы; *5* — изолирующая пластинка; *6* — приводной ключ; *7* — кожух; *8* — дверца; *9* — резиновая прокладка; *10* — запорный винт; *11* — гнездо запорного винта; *12* — ременная ручка; *13* — станина

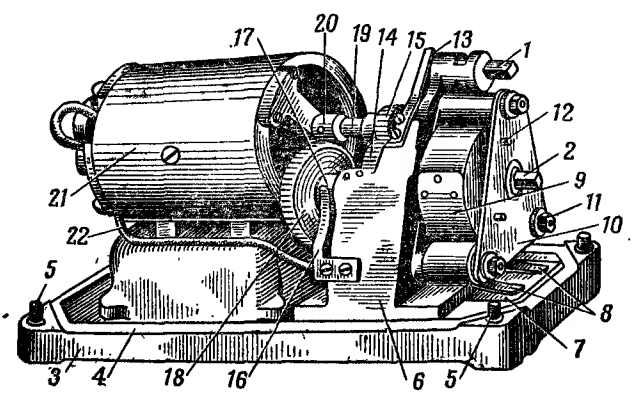


Рис. 44. Подрывная машинка ПМ-1 без кожуха:

1 — спусковой вал; *2* — вал пружины; *3* — станина; *4* — резиновая прокладка; *5* — винты для крепления кожуха; *6* — станина механического привода; *7* — изолирующая пластинка; *8* — линейные контакты; *9* — пружина; *10* — щека рамы пружины; *11* — болты рамы пружины; *12* — штифты для крепления втулки пружины; *13* — пластинчатая пружина спускового кулачка; *14* — зубчатое колесо со свободным ходом; *15* — шестерня вала якоря; *16* — пластинчатая пружина ограничителя завода; *17* — ось контактного зубчатого колеса; *18* — контактное зубчатое колесо; *19* — вал якоря; *20* — подшипник вала якоря; *21* — корпус статора; *22* — провод от щетки к линейному контакту

При сопротивлеиии внешией сети 290 *ом* машинка ПМ-1 развивает напряжение 290 *в*, при этом ток, проходящий по внешней сети, равен 1 *а*. При указанных даиных машинка ПМ-1 обеспечивает взрывание 100 последовательно соединенных электродетонаторов ЭДП и ЭДП-р при общей длине внешней сети из одножильного саперного провода до 1,5 *км*.

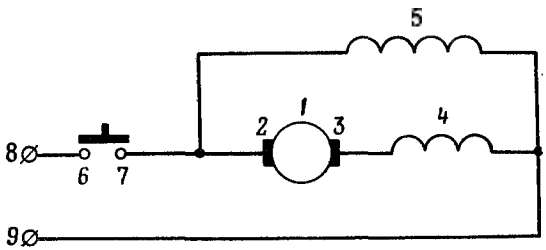


Рис. 45. Электрическая схема подрывной машинки ПМ-1:

1 — ротор с коллектором; *2*, *3* — щетки; *4* — сернесная обмотка статора; *5* — шунтовая обмотка статора; *6*, *7* — контактные пластины; *8*, *9* — ллнейиые зажнмы

При уменьшении сопротивления внешней сети ток, отдаваемый машинкой ПМ-1, увеличивается весьма незначительно и практически не может превысить 1,5 *а*. Поэтому взрываемые указанной машинкой электродетонаторы можно соединиять только последовательно. Характеристики подрывной машинки указаны в табл. 10.

Таблица 10

Характеристики подрывной машинки ПМ-1

Нанменование взрываемых электродетонаторов	Способ соединения	Нанбольшее допускаемое количество электродетонаторов, шт.	Общее допускаемое сопротнвление сетн, *ом*
Электродетонаторы с платино-иридиевым мостиком (ЭДП и ЭДП-р)	Последовательно	100	290
Электродетонаторы с нихромовым мостиком (ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж)	То же	50	200

Якорь динамомашины вращается под действием пружины заводного механизма; действие пружины передается якорю через систему зубчатых колес. В конце раскручивания пружины, когда скорость

вращения якоря становится наибольшей, специальное контактное приспособление замыкает электрическую цепь.

Контактное приспособление введено в конструкцию машинки для того, чтобы исключить преждевременное замыкание цепи, когда напряжение еще не достигло достаточной величины. Это приспособление состоит из контактного зубчатого колеса с изолирующим эбонитовым диском, на котором укреплен латунный контактный сегмент, и двух контактных пластинок. Замыкание цепи происходит при соприкосновении контактного сегмента с обеими пластинками.

Механизм машинки ПМ-1 закрывается кожухом, который привинчивается к станине четырьмя винтами. Между кожухом и станиной имеется резиновая прокладка. На торцовой части кожуха под дверцей имеются: линейные зажимы, укрепленные на изолирующей пластинке, к которым присоединяются магистральные провода; гнездо вала пружины, в которое вставляется ключ для завода машинки; гнездо спускового вала, в которое вставляется ключ для спуска пружины при производстве взрыва.

84. При пользовании подрывной машинкой ПМ-1 нужно:

— вынуть ключ из гнезда для его хранения и открыть им дверцу;

— вставить ключ в верхнее гнездо под дверцей с надписью «Взрыв» и повернуть его до отказа (на четверть оборота) против хода часовой стрелки;

— вставить ключ в нижнее гнездо под дверцей и завести пружину, вращая ключ до отказа по ходу часовой стрелки (6—7 оборотов);

— присоединить концы магистральных проводов к линейным зажимам так, чтобы оголенные жилы не касались одна другой и кожуха машинки;

— для производства взрыва снова вставить ключ в гнездо с надписью «Взрыв» и повернуть его на четверть оборота по ходу часовой стрелки;

— после взрыва зарядов вынуть ключ из гнезда и отключить магистральные провода от линейных зажимов;

— закрыть и завинтить дверцу, вставить ключ в гнездо для его хранения.

85. Проверка исправности подрывной машинки ПМ-1 производится раздельно для ее механической и электрической частей.

Для проверки исправности механической части заводят и спускают пружину. Если раскручивание пружины происходит мгновенно, то механическая часть машинки исправна. Если же раскручивание пружины происходит медленно, что может быть вызвано загустением смазки, то пружину необходимо завести и спустить несколько раз, чтобы смазка прогрелась.

Исправность электрической части машинки проверяется:

— пультом (ст. 107);

— взрывом двух параллельно соединенных электродетонаторов с включением добавочного сопротивления до 290 *ом*;

— обыкновенной электрической лампой на напряжение 220 *в* мощностью 40—60 *вт* (включенная в цепь лампа при исправной машинке должна дать вспышку белого накала).

В случае неисправности или обрыва пружины разрешается производить ее замену имеющейся в комплекте машинки запасной пружиной на месте ведения подрывных работ (в полевых условиях).

86. **Замена пружины в машинке ПМ-1** производится в следующем порядке: вынуть запасную пружину, отвинтить винты, крепящие кожух на станине, и снять кожух; снять с вала втулку, а затем раму с негодной пружиной; установить контактное зубчатое колесо так, чтобы контактный сегмент замыкал контактные пластинки, и затем вставить раму с новой пружиной. Если болты рамы не входят в свои гнезда на станине привода, то, поворачивая понемногу вал пружины, совместить гнезда с болтами.

При вращении вала необходимо следить за тем, чтобы контактный сегмент не разомкнул контактных пластинок. Вращение вала пружины возможно только при поднятой спусковой собачке и снятой с вала пружине. После установки новой рамы с пружиной нужно надеть и закрепить втулку, затем прокладку, после чего надеть кожух (сначала на динамомашину, а потом на механический привод) и привинтить его к станине.

Снимать пружину в заведенном состоянии запрещается. После смены пружины машинка проверяется на исправность ее механической и электрической частей в порядке, указанном в предыдущей статье.

87. **По окончании подрывных работ** подрывные машинки необходимо тщательно обтирать мягкой чистой тряпкой. Гнезда для приводных ключей должны быть чистыми, на линейных зажимах не должно быть грязи или ржавчины, изоляционные колодки для зажимов должны всегда быть чистыми и сухими.

Чистка и смазка внутренних частей подрывных машинок производятся только на складах или в мастерских не реже двух раз в год (один раз зимой и один раз летом). Все трущиеся части машинок покрываются антифрикционной морозостойкой смазкой, которая наносится тонким слоем. Места соединений, имеющих резьбу, покрываются антикоррозийной пушечной смазкой.

Несмазываемые части подрывных машинок тщательно очищаются с помощью кисточек; пыль с динамомашин, индукторов, конденсаторов и т. п. сдувается мехами, коллекторы динамомашин протираются чистыми сухими тряпками. Рамы с пружинами машинок ПМ-1 перед смазкой промываются керосином или бензином.

Производить разборку и ремонт подрывных машинок на местах проведения

подрывных работ (в полевых условиях) запрещается. Неисправные машинки должны сдаваться для ремонта в мастерские.

Подрывные машинки должны храниться в сухих отапливаемых и вентилируемых помещениях на стеллажах или в шкафах при отсутствии в атмосфере хранилищ кислотных и щелочных паров. Пружины машинок ПМ-1 во время хранения должны быть спущены. Сдавать и принимать на хранение в склады загрязненные и непротертые подрывные машинки запрещается.

Сухие батареи и элементы

88. Типы наиболее распространенных сухих батарей и элементов, а также их основные характеристики приведены в табл. 11.

89. При применении сухих батарей на подрывных работах для определения количества батарей и способа их соединения можно пользоваться табл. 12, составленной для сети из одножильного саперного провода общей длиной до 1000 *м*.

90. Напряжение сухих батарей и элементов при понижении температуры падает и при известном температурном пределе может дойти до нуля. Поэтому зимой батареи, не имеющие в обозначении буквы У, необходимо плотно завертывать в войлок, шерстяную ткань, бумагу, обкладывать ватой, сеном, паклей или засыпать сухими опилками; можно также держать батареи за пазухой под шинелью или ватником.

Для поддержания требуемого напряжения во внешней сети в зимний период необходимо подключать последовательно дополнительные батареи:

— к универсальным батареям (имеющим букву У в обозначении) при температуре —20° и ниже;

— к летним батареям (не имеющим буквы У в обозначении) при температуре —10° и ниже.

С повышением температуры до +5° и выше работоспособность батарей восстанавливается.

Таблица 11

Характеристики сухих батарей и элементов

Обозначение батарей и элементов		Напряжение на зажимах при нагрузке, указанной в графе 7, *в*			Гарантийный срок хранения, месяцев	Сопротивление внешней сети (нагрузка при испытаниях), *ом*	Начальное внутреннее сопротивление, *ом*	Вес, *кг*	Температурные пределы применения, °С
прежнее	новое	начальное	в конце шестимесячного срока хранения	в конце гарантийного срока хранения					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Анодные батареи									
БАС-80-У-1,0	102-АМЦ-У-1,0	102	96	60	15	7000	35—40	3,00	—40+60
БАС-Г-80-У-2,1	100-АМЦГ-У-2,0	100	93	60	15	7000	40—50	3,35	—40+60
БАС-Г-80-Л-2,1	100-АМЦГ-2,0	100	93	60	15	7000	40—50	3,35	—20+60
БАС-Г-60-У-1,3	70-АМЦГ-У-1,3	70	62	40	15	4680	35—40	1,60	—40+60
БАС-Г-60-Л-1,3	70-АМЦГ-1,3	70	62	40	15	4680	35—40	1,60	—20+60
Карманные батареи									
КБС-Х-0,7	4,1-ФМЦ-0,7	4,1	—	2,0	8	10	1—1,15	0,15	—20+40
КБС-Л-0,5	Не имеет	3,7	—	2,0	6	10	1—1,15	0,15	—10+50
Специальные батареи									
СБС-У-6	6,15-ПМЦ-У-48	6,15	6,0	6,0	12	40	1,5—2,0	0,25	—40+60

Продолжение

Обозначение батарей и элементов		Напряжение на зажимах при нагрузке, указанной в графе 7, *в*			Гарантийный срок хранения, месяцев	Сопротивление внешней сети (нагрузка при испытаниях), *ом*	Начальное внутреннее сопротивление, *ом*	Вес, *кг*	Температурные пределы применения, °С
прежнее	новое	начальное	в конце шестимесячного срока хранения	в конце гарантийного срока хранения					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Элементы									
ЗС-У-30	1,66-ТМЦ-У-28	1,66	1,52	1,52	18	10	0,2—0,5	0,70	—40+60
ЗС-Л-30	1,66-ТМЦ-28	1,66	1,52	1,52	18	10	0,2—0,5	0,70	—20+60
1КС-У-3	1,6-ФМЦ-У-3,2	1,60	1,42	1,42	12	10	0,2—0,5	0,105	—40+60

Примечания: 1. Новые обозначения батарей и элементов расшифровываются следующим образом:
число вначале — начальное напряжение в вольтах;
число в конце — начальная емкость в ампер-часах;
буква А — Анодная;
буква Г — Галетная;
буквы МЦ — Марганцево-цинковой системы;
буква П — Панельная (выводы тока оформлены в виде панели);
буква Т — Телефонная;
буква У — Универсальная (пригодная для работы как в летних, так и в зимних условиях);
буква Ф — Фонарная.

2. Внутреннее сопротивление батарей и элементов с течением времени возрастает и к концу гарантийного срока хранения увеличивается (по сравнению с указанным в графе 8) в 2,0—2,5 раза.

3. Батареи типа 100-АМЦГ имеют выводы на 60, 80 и 90 *в*, а батареи типа 70-АМЦГ — на 45 и 70 *в*.

Батареи нужно хранить в сухих неотапливаемых помещениях; в зимнее время перед употреблением вносить в теплое помещение для отогревания.

Таблица 12

Определение потребного количества батарей

Число последовательно соединенных электродетонаторов, подлежащих одновременному взрыванию	Батареи типа 70-АМЦГ		Батареи типа 100-АМЦГ	
	количество батарей	способ соединения	количество батарей	способ соединения
До 10	1	—	1	—
До 20	2	Последовательно	1	—
До 30	2	То же	2	Последовательно

91. Проверка сухих батарей на пригодность для применения во взрывных сетях производится при помощи ампервольтомметра (ст. 108) или посредством взрыва-

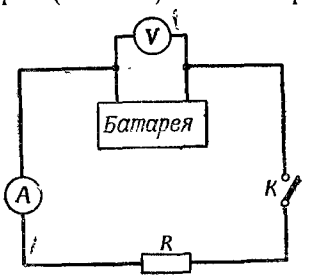


Рис. 46. Схема определения внутреннего сопротивления батареи по известной величине тока

ния двух параллельно соединенных электродетонаторов, к которым присоединено добавочное сопротивление, приблизительно равное расчетному сопротивлению взрывной сети; при этом должны соблюдаться меры предосторожности, указанные в ст. 68.

92. При производстве расчетов электровзрывных сетей в случае использования батарей или элементов необходимо знать величину их внутреннего сопротивления. Определение величины внутреннего сопротивления батареи может быть выполнено двумя способами.

Определение внутреннего сопротивления батареи по известному значению тока. Собирается схема, изображенная на рис. 46; внешнее сопротивление R выбирается в соответствии с током испытуемой батареи: для анодных батарей принимается сопротивление около 150—250 *ом*, для карманных батарей — около 6—8 *ом*, для отдельных элементов — 2—4 *ом*. Вольтметр * V должен иметь следующие пределы измерения: при испытании анодных батарей — от 120 до 150 *в*, при испытании отдельных элементов — 3 *в*. Амперметр ** A должен обеспечивать измерения в пределах от 0,1 до 5 *а*; чем точнее амперметр, тем точнее будут результаты определения внутреннего сопротивления батареи (элемента) R_0.

Порядок определения R_0 следующий:

— снимается показание U_1 вольтметра при разомкнутом ключе K;

— снимается показание U_2 вольтметра и показание i амперметра при замкнутом ключе K;

— вычисляется внутреннее сопротивление батареи по формуле

$$R_0 = \frac{U_1 - U_2}{i}. \qquad (1)$$

Для того чтобы батарея не истощалась напрасно, второе измерение следует выполнять в возможно более короткий срок (2—3 секунды).

Определение внутреннего сопротивления батареи по известной величине внешнего сопротивления. Собирается схема, изображенная на рис. 47; внешнее сопротивление R должно быть в этом случае точно измерено (чем точнее измерено R, тем точнее будет вычислено внутреннее со-

---

* Вместо вольтметра можно использовать ампервольтомметр (ст. 108).

** Вместо амперметра можно использовать ампервольтомметр (ст. 108).

противление батареи R_0). Предварительный подбор величин внешнего сопротивления и выбор пределов измерения вольтметра в зависимости от типа испытуемых батарей производится, как в предыдущем случае.

Порядок определения R_0 следующий:

— снимается показание U_1 вольтметра при разомкнутом ключе K;

— снимается показание U_2 вольтметра при замкнутом ключе K;

— вычисляется величина внутреннего сопротивления по формуле

$$R_0 = \frac{U_1 - U_2}{U_2} R. \qquad (2)$$

В обоих случаях нужно следить, не снижается ли заметно напряжение батареи после замыкания ключа K; если показание вольтметра после размыкания ключа оказывается значительно ниже первоначального показания U_1 (для анодных батарей на 5 *в* и больше) и в те-

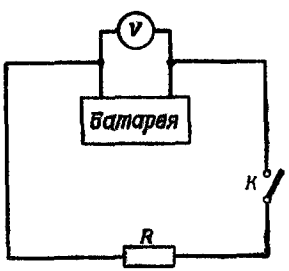


Рис. 47. Схема определения внутреннего сопротивления батареи по известной величине внешнего сопротивления

чение первой минуты не повышается, то испытуемая батарея не пригодна для производства взрыва. Если напряжение батареи при замкнутом ключе снизится всего на 1—3 *в*, а после размыкания ключа достигнет первоначальной величины в течение 1—2 минут, то такая батарея для производства взрыва пригодна.

93. Типы применяемых в подрывном деле щелочных и кислотных аккумуляторных батарей и их характеристики приведены в табл. 13 и 14.

Таблица 13

Характеристики щелочных кадмиево-никелевых и железо-никелевых аккумуляторных батарей

Обозначение батареи	Количество аккумуляторов в батарее	Начальное напряжение, *в*	Номинальная емкость, *а-ч*	8-часовой разряд		Одиночасовой разряд		Вес с электролитом, *кг*
				разрядный ток, *а*	напряжение в конце разряда, *в*	разрядный ток, *а*	напряжение в конце разряда, *в*	
Кадмиево-никелевые								
5НКН-10	5	6,25	10	1,25	5	10	2,5	3,84
10НКН-22	10	12,5	22	2,75	10	22	5,0	21,0
17НКН-22	17	21,25	22	2,75	17	22	8,5	35,0
5НКН-45	5	6,25	45	5,65	5	45	2,5	17,0
10НКН-45	10	12,5	45	5,65	10	45	5,0	33,5
10НКН-60	10	12,5	60	7,5	10	60	5,0	56,0
10НКН-100	10	12,5	100	12,5	10	100	5,0	75,0
Железо-никелевые								
10ЖН-22	10	12,5	22	2,75	10	22	5,0	21,6
17ЖН-22	17	21,25	22	2,75	17	22	8,5	36,0
5ЖН-45	5	6,25	45	5,65	5	45	2,5	17,6
10ЖН-45	10	12,5	45	5,65	10	45	5,0	34,8
10ЖН-60	10	12,5	60	7,5	10	60	5,0	57,8
10ЖН-100	10	12,5	100	12,5	10	100	5,0	78,0

Примечание. Применять железо-никелевые аккумуляторные батарен при температуре выше +30° и ниже —25° не рекомендуется.

94. **Перед применением** аккумуляторные батареи необходимо проверять под нагрузкой (нагрузочное сопротивление 0,3 *ом* на 1 *в* напряжения батареи) в течение нескольких минут по схеме, приведенной на рис. 47. Если при этом напряжение заряженной батареи

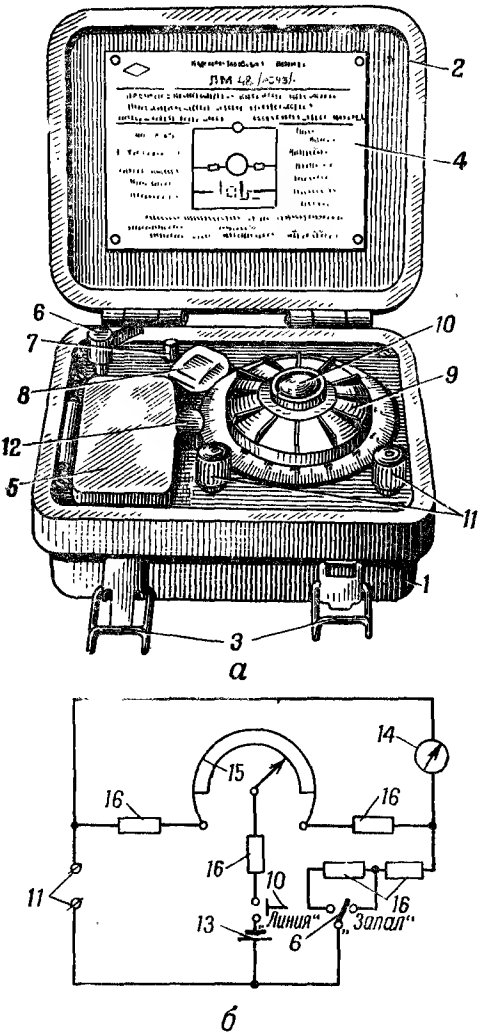


Рис. 48. Линейный мост ЛМ-48 (Р-343):

а — общий вид с открытой крышкой; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — крышка; *3* — замки; *4* — щиток с инструкцией; *5* — крышка камеры источника тока; *6* — ручка переключателя пределов измерения; *7* — корректор; *8* — окно нулевого прибора; *9* — лимб со шкалами делений; *10* — кнопка включения источника тока; *11* — зажимы для подключения измеряемых сопротивлений; *12* — винт, запирающий крышку камеры источника тока; *13* — источник тока; *14* — нулевой прибор (гальванометр); *15* — реохорд; *16* — сопротивления

На лицевой стороне панели находятся: ручка переключателя пределов измерения на «Запал» и «Линию», корректор для установки стрелки прибора на нуль, окно нулевого прибора (гальванометра), круглый лимб со шкалой, имеющей два ряда цифровых отметок (один ряд — от 0,2 до 50 *ом*, другой — от 20 до 5000 *ом*). В центре пластмассовой рукоятки лимба имеется кнопка для включения источника тока. На лицевой стороне панели расположены также два зажима для подключения измеряемых сопротивлений и крышка камеры элемента.

Под панелью на специальной плате размещены нулевой прибор, сравнительные и подгоночные сопротивления, контактное устройство, а также круглый проволочный реохорд, по которому скользит контактная щетка, связанная с рукояткой лимба. Между панелью и корпусом проложен резиновый уплотнитель, предохраняющий прибор от попадания воды внутрь корпуса.

Прибор ЛМ-48 может работать в любых метеорологических условиях в пределах температур от +50° до —40° при относительной влажности окружающего воздуха до 95%. При закрытой крышке прибор водонепроницаем и допускает погружение его в воду на глубину до 30 *см*.

Источником тока в приборе ЛМ-48 служит элемент 1,6-ФМЦ-У-3,2. Смена элемента производится один раз в год, а также в случае его неисправности (вспучивание, вытекание электролита и т. п.).

Перед установкой в прибор элемент очищают от парафина и тщательно зачищают его донышко и колпачок, а в случае необходимости (при наличии загрязнения или ржавчины) и контактные пластины камеры элемента. Элемент устанавливают в камере так, чтобы его донышко было обращено к замкам на корпусе прибора. Правильность установки элемента в камере проверяется нажатием кнопки, расположенной в центре лимба; при правильной установке стрелка должна отклоняться вправо.

98. При получении со склада и перед каждым производством измерений мост ЛМ-48 проверяется на исправность схемы и на безопасность измерительного тока.

Исправность схемы моста проверяется коротким замыканием его зажимов и нажатием кнопки в центре лимба при обоих положениях ручки переключателя пределов измерения; при исправности моста стрелка нулевого прибора должна отклоняться влево до конца шкалы при любом положении лимба.

При малом отклонении или при отсутствии отклонения стрелки нулевого прибора необходимо заменить элемент, соблюдая положение его полюсов, указанное в предыдущей статье. После замены элемента указанная выше проверка повторяется. Если и при вторичной проверке стрелка нулевого прибора не дает удовлетворительного отклонения, то мост неисправен.

После проверки исправности схемы моста производится его проверка на безопасность измерительного тока. Для этой цели к зажимам моста (с соблюдением мер предосторожности, указанных в ст. 68) подключается один электродетонатор (электровоспламенитель), а ручка переключателя пределов измерения устанавливается в положение «Запал». Если при нажатии на кнопку в центре лимба электродетонатор не взорвется, то мост исправен. В противном случае мост должен быть отправлен в ремонт.

99. Для производства измерений мост ЛМ-48 устанавливают в горизонтальное положение. Поворотом головки корректора выводят стрелку нулевого прибора на нуль и нажатием кнопки в центре лимба проверяют правильность установки элемента, как указано в ст. 98. Тщательно зачищенные концы проводов электровзрывной сети или электродетонатора надежно подключают к зажимам моста.

При измерении сопротивления электровзрывной сети или других сопротивлений больше 20 *ом* ручка переключателя пределов измерения ставится в положение «Линия». Нажав кнопку, медленно вращают рукоятку лимба до тех пор, пока стрелка нулевого прибора не будет совмещена с нулевой (средней) отметкой шкалы. Вращение лимба нужно производить в том направлении, в которое необходимо сместить стрелку. После приведения стрелки в нулевое положение по внутренней шкале лимба отсчитывается величина измеряемого сопротивления.

При измерении сопротивления электродетонатора или других малых сопротивлений ручка переключателя пределов измерения ставится в положение «Запал», а отсчет производится по внешней шкале лимба.

100. Линейные мосты ЛМ-48 необходимо оберегать от ударов и тряски при перевозках и переноске к местам производства подрывных работ. По окончании работ, особенно в сырую погоду, мосты необходимо протирать насухо чистой ветошью.

Разбирать и ремонтировать мосты на местах производства подрывных работ (в поле) запрещается. На местах работ разрешается производить только замену израсходованных источников питания (элементов). Неисправные мосты должны сдаваться для ремонта в мастерские.

Линейные мосты должны храниться в сухих отапливаемых и вентилируемых помещениях на стеллажах или в шкафах. При хранении крышки приборов должны быть закрыты, а элементы изъяты из их камер, так как хранение мостов совместно с элементами вызывает сильную коррозию приборов вследствие воздействия на металл паров электролита. Элементы должны храниться отдельно, в сухих прохладных помещениях.

101. Малый омметр М-57 (рис. 49) служит для проверки проводимости (исправности) проводов, электродетонаторов и электровзрывных сетей, а также для приближенного измерения их сопротивления в пределах от 0 до 5000 *ом*.

Источником тока в малом омметре служит батарея карманного фонаря 4,1-ФМЦ-0,7, расположенная в нижней части корпуса под перегородкой.

При пользовании малым омметром к его зажимам присоединяют измеряемое сопротивление и по шкале производят приблизительный отсчет. Об исправности (наличии проводимости) проверяемых проводов, электродетонаторов и т. п. судят только по отклонению вправо стрелки омметра без производства отсчетов по шкале.

Малый омметр проверяется при получении его со склада, а также в поле перед работой. Для проверки

нажатием на кнопку* в верхней части корпуса замыкают накоротко зажимы омметра (первая проверка); стрелка исправного омметра должна при этом отклониться вправо до нуля; при несовпадении стрелки с нулем шкалы вращением винта на задней стенке прибора стрелку подводят к нулю; если этого сделать не удается, заменяют батарею и снова производят проверку и регулировку омметра. Если стрелка не отклоняется до

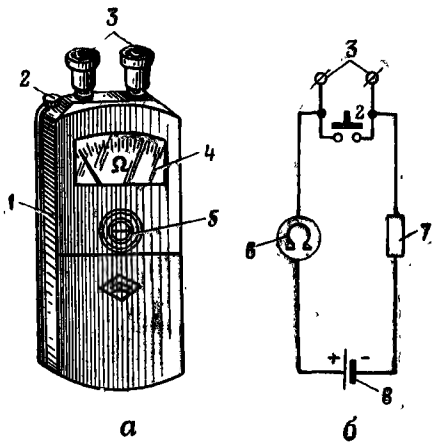


Рис. 49. Малый омметр М-57:
а — общий вид; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — кнопка для проверки омметра; *3* — клеммы; *4* — окно со шкалой и стрелкой; *5* — головка корректора; *6* — индикатор; *7* — сопротивление; *8* — источник тока

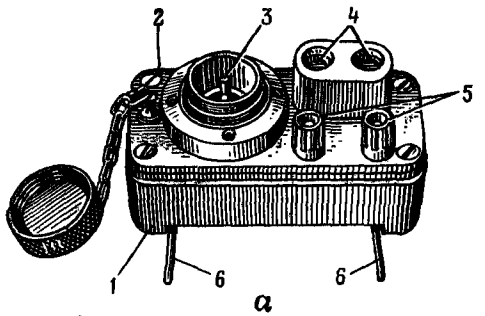
нуля и после замены батареи, то омметр неисправен.

Если при первой проверке неисправность омметра не установлена, то производится вторая проверка его. Для этого к зажимам прибора (с соблюдением мер предосторожности, указанных в ст. 68) подключают один электродетонатор (электровоспламенитель); если при этом взрыва не последует, а стрелка прибора подойдет к нулю, то омметр исправен.

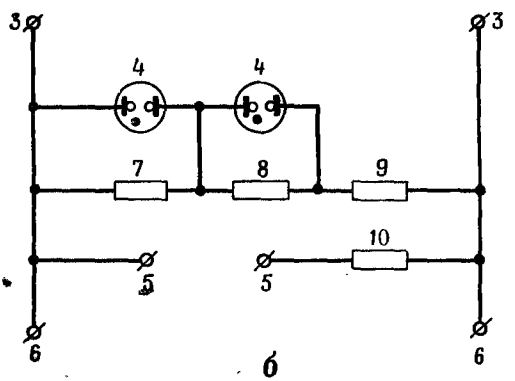
Неисправные омметры разбирать и ремонтировать на

* В омметрах старой конструкции кнопка отсутствует; замыкание зажимов осуществляется при помощи лезвия ножа.

месте работ з а п р е щ а е т с я; для ремонта они должны направляться в мастерские. Хранение малых омметров должно осуществляться в соответствии с требованиями ст. 100.



а



б

Рис. 50. Пульт-пробник для проверки подрывных машинок КПМ-1А:

а — общий вид; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — съемная крышка; *3* — контакты штепсельного разъема; *4* — сигнальные неоновые лампы; *5* — клеммы для подключения электродетонаторов; *6* — откидные контакты; *7—10* — сопротивления

102. Пульт-пробник для проверки подрывных машинок КПМ-1А * (рис. 50) представляет собой омический делитель напряжения, выполненный из трех последовательно соединенных высокоомных сопротивлений, к двум

* Может использоваться и для проверки машинок КПМ-1.

из которых параллельно подключены сигнальные неоновые лампы; четвертое сопротивление, включенное в схему прибора, является нагрузочным.

Электрическая схема пульта-пробника смонтирована в пластмассовом корпусе со съемной крышкой, на которой размещены окна сигнальных ламп, розетка штепсельного разъема с крышкой и два внешних зажима; в донной части корпуса имеются откидные контакты для подключения пульта к зажимам проверяемой машинки.

103. Для проверки подрывной машинки пульт-пробник подключается к ней при помощи откидных контактов (первое положение) или при помощи тех же контактов и соединительного кабеля через розетки штепсельного разъема (второе положение).

Проверка при первом положении пульта производится в войсках (на местах выполнения подрывных работ) с целью выяснения пригодности машинок к производству взрывов. Проверка при втором положении пульта производится на базах и в ремонтных мастерских при выявлении причин и характера неисправности машинок с целью их устранения.

104. Для проверки машинки при первом положении пульта необходимо:

— вставить приводную ручку в машинку;

— отвернуть ручки зажимов машинки до отказа, вставить в гнезда зажимов откидные контакты пульта и закрепить их, завернув ручки зажимов;

— вращением приводной ручки в течение 8—10 *сек* зарядить накопительный конденсатор машинки (до начала свечения ее неоновой лампы);

— нажать кнопку взрыва и удерживать ее в утопленном положении в течение 35—40 *сек.*

Если проверяемая машинка исправна, то при нажатии кнопки взрыва должны вспыхнуть обе неоновые лампы пульта; одна из них должна быстро погаснуть, а вторая продолжать светиться еще приблизительно 30 *сек* *. При выполнении указанных условий характеристики машинки соответствуют табл. 7, т. машинка пригодна для производст взрывов.

* Время свечения второй лампы должно определяться по секундной стрелке часов.

105. Дополнительная проверка исправности подрывной машинки КПМ-1 (КПМ-1А) может быть произведена взрыванием электродетонаторов (электровоспламенителей) с нормальными характеристиками (ст. 66), подключаемых через пульт-пробник.

С этой целью к зажимам машинки с вставленной приводной ручкой при помощи откидных контактов подключается пульт, а к его зажимам — два параллельно соединенных электродетонатора, после чего производится зарядка накопительного конденсатора (ст. 104).

Если при нажатии кнопки взрыва электродетонаторы (электровоспламенители) взорвутся, то машинка исправна и пригодна к производству взрывов соответственно табл. 7.

При помощи пульта-пробника можно установить пригодность к взрыванию от машинки КПМ-1 (КПМ-1А) электродетонаторов с неизвестными характеристиками.

Для этой цели берется заведомо исправная (проверенная) машинка, к которой через пульт-пробник (ст. 105) подключаются два проверяемых электродетонатора, соединенных параллельно.

Взрыв обоих электродетонаторов свидетельствует о пригодности проверяемой партии для взрывания от машинки в количествах, указанных в табл. 7 (для нихромовых мостиков).

106. Пульты для проверки подрывных машинок КПМ-1 и КПМ-2 * (рис. 51) представляют собой проволочные сопротивления соответственно в 100 и 550 ом, смонтированные в пластмассовых корпусах и соединенные с наружными контактами и зажимами.

При производстве проверки пульт при помощи стержневых (для КПМ-1) или вилочных (для КПМ-2) контактов подсоединяется к линейным зажимам проверяемой машинки, а к зажимам пульта подключаются два параллельно соединенных электродетонатора (электровоспламенителя), характеристики которых соответствуют указанным в ст. 66.

Вращением ранее вставленной приводной ручки заряжается накопительный конденсатор машинки, после чего нажимается кнопка взрыва. Взрыв обоих электродетонаторов (электровоспламенителей) свидетельствует об исправности проверяемой машинки.

107. Пульт для проверки подрывных машинок ПМ-1 (рис. 52) представляет собой нагрузочный амплитудный

* Входят в комплекты указанных машинок и размещаются в отдельных карманах чехлов.

вольтметр, смонтированный в пластмассовом корпусе. На передней стенке корпуса имеются: окно сигнальной неоновой лампы, окно вращающейся шкалы и ручка для вращения шкалы и реостата. На верхней стенке корпуса

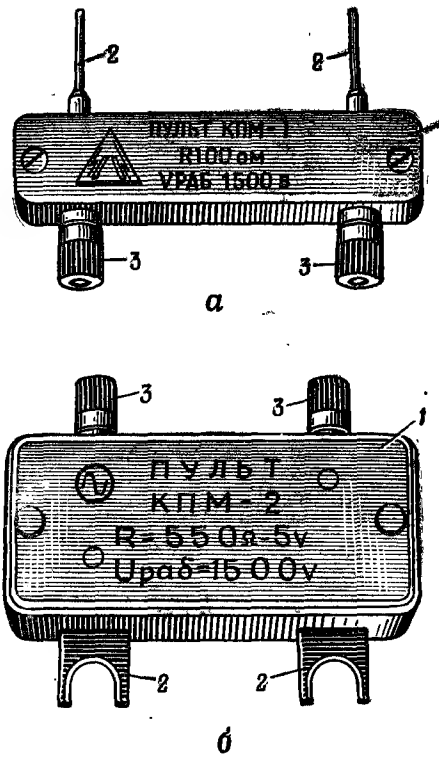


Рис. 51. Пульты для проверки подрывных машинок:

а — КПМ-1; *б* — КПМ-2; *1* — корпус; *2* — контакты для подключения пультов к машинкам; *3* — клеммы для подключения электродетонаторов

расположены четыре зажима, два из которых служат для подключения пульта к проверяемой машине ПМ-1.

Для проверки исправности машинки ПМ-1 необходимо:

— при помощи проводов длиной 30—50 *см* соединить

линейные зажимы машинки с соответствующими зажимами пульта, соблюдая полярность*;

— ручкой реостата установить вращающуюся шкалу пульта так, чтобы деление 290 (в верхием ряду цифр) совместилось с неподвижной риской;

— завести пружину машинки и затем спустить ее, наблюдая через окно за сигнальной неоновой лампой.

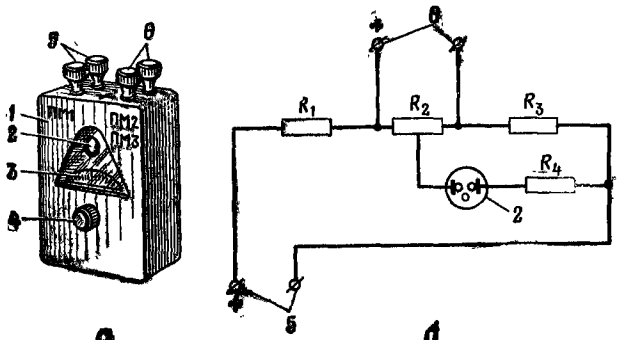


Рис. ... пульт для проверки подрывных машинок ПМ-1:

а — общий вид; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — сигнальная неоновая лампа; *3* — вращающаяся шкала реостата; *4* — ручка реостата; *5* — зажимы для подключения машинки ПМ-1; *6* — зажимы для подключения машинки ПМ-3

Если неоновая лампа вспыхивает, то напряжение, развиваемое проверяемой машинкой, соответствует величине, установленной на шкале пульта. Такая машинка считается исправной.

108. Ампервольтомметр (М-360) служит для измерения тока и напряжения электрических батарей и элементов, а также для приближенного измерения сопротивлений электрических цепей.

Прибор (рис. 53) смонтирован в металлическом корпусе с крышкой, запираемой двумя замками. Под крышкой находится панель, на которой расположены: измерительная шкала с двумя рядами цифр (верхний ряд от 0 до 5000, нижний — от 0 до 15), пере-

* Проверка может производиться и без соблюдения полярности, но в этом случае вспышка неоновой лампы будет недостаточно яркой.

ключатель рода измеряемых величин и пределов измерения (с делениями, обозначенными буквами *A*, *V* и Ω), ручка регулировочного сопротивления для установки стрелки на нуль шкалы сопротивлений, два за-

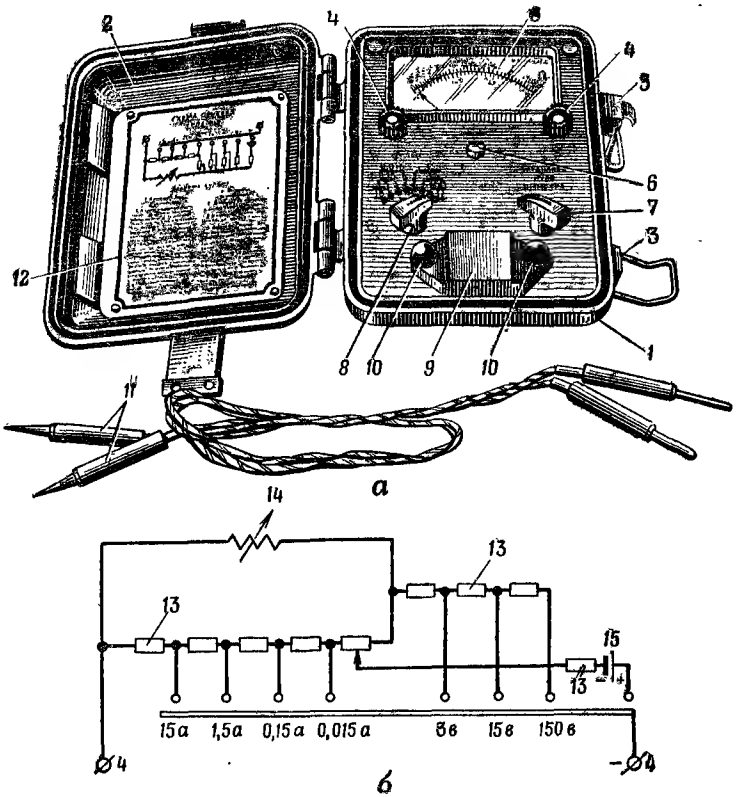


Рис. 53. Амперволътомметр (М-360):

а — общий вид; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — крышка; *3* — замки; *4* — клеммы; *5* — шкала; *6* — винт корректора стрелки; *7* — ручка установки нуля омметра; *8* — переключатель рода измеряемых величин и пределов измерения; *9* — крышка камеры источника тока; *10* — винты; *11* — щупы; *12* — пластинка с инструкцией; *13* — сопротивления; *14* — индикатор; *15* — источник тока

жима и корректор (винт) для установки стрелки на нуль шкалы тока и напряжений.

В углублении на внутренней стороне крышки амперволътомметра размещаются два измерительных щупа с проводами длиной по 60 *см*, заканчивающихся

штеккерами. Углубление закрыто съемным щитком, на котором нанесены электрическая схема и правила пользования прибором. Наружные размеры ампервольтомметра 169×145×83 *мм*, вес 1,5 *кг*.

Панель установлена в корпусе на резиновой прокладке и укреплена винтами. Источником тока в ампервольтомметре является электрохимический элемент МЦ-4к, помещающийся в отдельной камере в нижней части корпуса; камера закрыта съемной крышкой, прикрепленной к панели двумя винтами.

Ампервольтомметр позволяет измерять токи до 15 *а*, напряжения до 150 *в* и сопротивления до 5000 *ом*. Погрешность при измерении токов и напряжений не превышает 2,5%; при измерении сопротивлений от 80 до 500 *ом* погрешность составляет 12%, в остальной части шкалы она достигает 25% измеряемой величины.

При измерении токов и напряжений необходимо:

— установить ручку переключателя пределов измерения в положение, соответствующее порядку величины измеряемого тока или напряжения;

— вращая винт корректора, установить стрелку ампервольтомметра на нуль шкалы тока и напряжений (нижняя шкала);

— вынуть щупы из углубления в крышке прибора и вставить их штеккеры в гнезда зажимов (при достаточной длине проводов у испытуемых источников тока щупами можно не пользоваться);

— подключить на 2—3 секунды испытуемый источник тока щупами (или непосредственно к зажимам прибора), соблюдая полярность, указанную на зажимах, и отсчитать число делений по нижней шкале;

— определить измеренную величину тока или напряжения, пользуясь табл. 16 для соответствующего предела измерения.

При измерении сопротивлений необходимо:

— установить ручку переключателя пределов измерения в положение Ω;

— вращая винт корректора, установить стрелку ампервольтомметра на ∞ (бесконечность) шкалы сопротивлений (верхняя шкала);

— накоротко замкнуть зажимы прибора и, вращая ручку регулировочного сопротивления, установить стрелку на нуль верхней шкалы;

— разомкнуть зажимы и, подключив к ним измеряемое сопротивление, непосредственно отсчитать его значение по верхней шкале.

Таблица 16

Цена делений нижней шкалы ампервольтомметра

При измерении тока		При измерении напряжения	
предел измерения	цена деления, *а*	предел измерения	цена деления, *в*
0,015	0,001	3	0,2
0,15	0,01	15	1,0
1,5	0,1	150	10,0
15,0	1,0	—	—

Схемы электровзрывных сетей и их расчет

109. Электровзрывной сетью называется сеть проводов с присоединенными к ним электродетонаторами. Провода, идущие от источника тока к месту расположения зарядов, называются магистральными. Провода, расположенные между зарядами и соединяющие электродетонаторы между собой, называются участковыми.

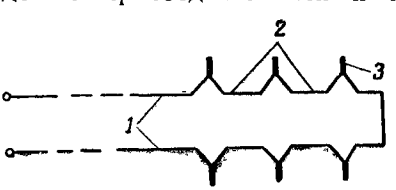


Рис. 54. Схема электровзрывной сети с последовательным соединением электродетонаторов:

1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — электродетонаторы

В электровзрывных сетях применяются следующие соединения электродетонаторов:

— последовательное (рис. 54 и 55);

— параллельно-пучковое (рис. 56);

— смешанное (рис. 57).

Последовательное и попарно-параллельное соединения электродетонаторов целесооб-

разно применять при источниках тока, развивающих большое напряжение при незначительном токе.

Параллельное соединение электродетонаторов применяется при источниках тока низкого напряжения (например, при аккумуляторах), обеспечивающих достаточно большой ток.

Схемы смешанного соединения электродетонаторов допускаются при источниках тока, развивающих достаточно высокое напряжение и обеспечивающих значительный ток (например, при передвижных электрических станциях). В одной последовательной сети нельзя применять электродетонаторы разных типов и партий.

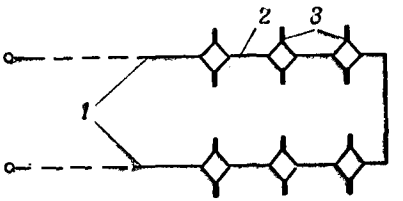


Рис. 55. Схема электровзрывной сети с последовательным соединением групп, состоящих из попарно-параллельно соединенных электродетонаторов:

1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — электродетонаторы

Перед выполнением работ по изготовлению электровзрывной сети при любой схеме соединения электродетонаторов производится расчет сети. Расчет имеет

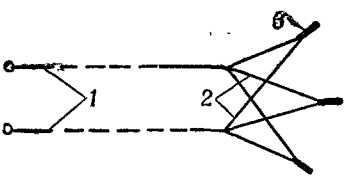


Рис. 56. Схема электровзрывной сети с параллельно-пучковым соединением электродетонаторов:

1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — электродетонаторы

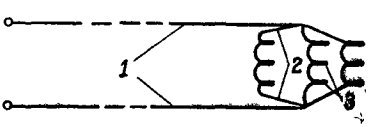


Рис. 57. Схема электровзрывной сети со смешанным соединением электродетонаторов:

1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — электродетонаторы

целью определить общее сопротивление сети, а также требуемые величины напряжения и тока, которые должен обеспечить выбираемый источник.

110. Расчет электровзрывной сети с последовательным соединением электро-

детонаторов (см. рис. 54) осуществляется следующим образом.

Так как сеть не имеет разветвлений, то величина тока I, которую должен обеспечить источник, равна току i, потребному для взрывания последовательно соединенных электродетонаторов (ст. 67), т. е. $I=i$.

Для определения потребного напряжения на зажимах источника тока вычисляется общее сопротивление сети R по формуле

$$R = r_м + r_{уч} + mr_д, \qquad (3)$$

где $r_м$ — сопротивление магистральных проводов;
$r_{уч}$ — сопротивление всех участковых проводов;
$r_д$ — сопротивление электродетонатора вместе с концевиками (в нагретом состоянии равно 2,5 *ом*);
m — число последовательно соединенных электродетонаторов.

По вычисленному общему сопротивлению сети R и по известной величине тока I определяется потребное напряжение U; расчет производится по формуле

$$U = IR. \qquad (4)$$

Пример. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов длиной 1000 *м* (в оба конца), участковых проводов общей длиной 200 *м* и из 20 последовательно соединенных электродетонаторов. Провода одножильные, электродетонаторы ЭДП. Определить общее сопротивление сети и потребное напряжение на зажимах источника тока.

Потребный для взрывания ток $I=1$ *а* (ст. 67);
сопротивление магистральных проводов $r_м=25$ *ом* (ст. 70);
сопротивление участковых проводов $r_{уч}=\frac{25\cdot 200}{1000}=5$ *ом*;
сопротивление электродетонатора $r_д=2{,}5$ *ом* (ст. 66);
число электродетонаторов $m=20$;
общее сопротивление сети по формуле (3)

$$R = r_м + r_{уч} + mr_д = 25 + 5 + 20\cdot 2{,}5 = 80 \text{ ом};$$

потребное напряжение на зажимах источника тока по формуле (4)

$$U = IR = 1\cdot 80 = 80 \text{ в}.$$

111. Расчет электровзрывной сети с последовательным соединением групп, состоящих из попарно-параллельно соеди-

ненных электродетонаторов (см. рис. 55), производится следующим образом.

Ток I, протекающий по магистральным проводам, принимается в этом случае равным 1,5 *а* при постоянном и 2 *а* при переменном токе.

Общее сопротивление сети R определяется по формуле

$$R = r_м + r_{уч} + m_п \cdot \frac{r_д}{2}, \qquad (5)$$

где $m_п$ — число пар электродетонаторов (остальные обозначения те же, что в ст. 110).

Потребное напряжение на зажимах источника тока определяется, как и в предыдущем случае, по формуле (4)

$$U = IR.$$

Пример. Электровзрывная сеть такая же, как в предыдущем примере; количество попарно-параллельно соединенных электродетонаторов — 40, т. е. число последовательно соединенных пар электродетонаторов $m_п = 20$. Определить общее сопротивление сети и потребное напряжение на зажимах источника тока.

Потребный для взрывания ток $I = 1{,}5$ *а*;
сопротивление магистральных проводов $r_м = 25$ *ом*;
сопротивление электродетонатора $r_д = 2{,}5$ *ом*;
сопротивление участковых проводов $r_{уч} = 5$ *ом*;
общее сопротивление сети по формуле (5)

$$R = r_м + r_{уч} + m_п \frac{r_д}{2} = 25 + 5 + 20 \frac{2{,}5}{2} = 55 \text{ ом};$$

потребное напряжение по формуле (4)

$$U = IR = 1{,}5 \cdot 55 = 82{,}5 \text{ в}.$$

112. Расчет электровзрывной сети с параллельно-пучковым соединением электродетонаторов (см. рис. 56) производится следующим образом.

Если сопротивления отдельных ветвей, состоящих из участковых проводов и электродетонаторов, примерно одинаковы, то проходящие через электродетонаторы токи будут равны между собой, а ток I, проходящий через магистральные провода, будет равен

$$I = ni, \qquad (6)$$

где n — число ветвей;
i — ток, потребный для взрывания одиночного электродетонатора.

Общее сопротивление сети R определяется по формуле

$$R = r_м + \frac{r_{уч} + r_д}{n}, \qquad (7)$$

где обозначения те же, что в предыдущей статье, но $r_{уч}$ относится к одной ветви.

Потребное напряжение на зажимах источника тока, как и в предыдущих случаях, определяется по формуле (4)

$$U = IR.$$

Пример. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов длиной 400 *м* (в оба конца) и из 10 параллельных ветвей. Каждая ветвь состоит из провода длиной 20 *м* и одного электродетонатора. Провода одножильные, электродетонаторы ЭДП. Определить общее сопротивление сети и потребное напряжение на зажимах источника тока.

Ток, потребный для взрывания каждого из электродетонаторов, $i = 0{,}5$ *а* (ст. 66); число ветвей $n = 10$.

Общий потребный ток по формуле (6)

$$I = ni = 10 \cdot 0{,}5 = 5{,}0 \text{ а};$$

сопротивление магистральных проводов $r_м = \frac{400}{1000} \cdot 25 = 10$ *ом*;

сопротивление проводов одной ветви $r_{уч} = \frac{20}{1000} \cdot 25 = 0{,}5$ *ом*;

сопротивление электродетонатора $r_д = 2{,}5$ *ом*;

общее сопротивление сети по формуле (7)

$$R = r_м + \frac{r_{уч} + r_д}{n} = 10 + \frac{0{,}5 + 2{,}5}{10} = 10{,}3 \text{ ом};$$

потребное напряжение на зажимах источника тока по формуле (4)

$$U = IR = 5 \cdot 10{,}3 = 51{,}5 \text{ в}.$$

113. Расчет электровзрывной сети со смешанным соединением электродетонаторов (см. рис. 57) производится следующим образом.

При одинаковом числе m последовательно соединенных электродетонаторов в каждой ветви сети сопротивления отдельных ветвей и протекающие в них токи будут соответственно равны между собой. Общий же ток, протекающий по магистральным проводам, при числе параллельных ветвей n определится, как и в случае па-

раллельно-пучкового соединения электродетонаторов, по формуле (6).

Общее сопротивление сети рассматриваемого типа R определится по формуле

$$R = r_м + \frac{r_{уч} + mr_д}{n}, \qquad (8)$$

где обозначения те же, что в ст. 110 и 112, но $r_{уч}$ относится ко всем участкам одной ветви.

Напряжение на зажимах источника тока и в этом случае должно определяться по формуле (4)

$$U = IR.$$

Пример. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов длиной 500 *м* (в оба конца) и четырех параллельных ветвей. Каждая ветвь имеет 10 последовательно соединенных электродетонаторов ЭДП. Каждый из девяти проводов, соединяющих электродетонаторы между собой в каждой ветви, имеет длину 5 *м*, а каждые два конца, которыми эти группы соединены с магистральными проводами, имеют длину по 7,5 *м*. Все ветви присоединены к двум общим точкам магистральных проводов (пучковое соединение); все провода одножильные. Определить общее сопротивление сети и потребное напряжение на зажимах источника тока.

Число ветвей $n = 4$;

число электродетонаторов в каждой ветви $m = 10$;

ток, потребный для каждой ветви, $i = 1$ *а* (ст. 67);

общий потребный ток по формуле (6)

$$I = ni = 4 \cdot 1 = 4{,}0 \text{ а};$$

сопротивление магистральных проводов $r_м = \frac{500}{1000} \cdot 25 = 12{,}5$ *ом*;

сопротивление участковых проводов каждой ветви

$$r_{уч} = \frac{9 \cdot 5 + 2 \cdot 7{,}5}{1000} \cdot 25 = 1{,}5 \text{ ом};$$

сопротивление каждого электродетонатора $r_д = 2{,}5$ *ом*;

общее сопротивление сети по формуле (8)

$$R = r_м + \frac{r_{уч} + mr_д}{n} = 12{,}5 + \frac{1{,}5 + 10 \cdot 2{,}5}{4} = 19{,}1 \text{ ом};$$

потребное напряжение на зажимах источника тока по формуле (4)

$$U = IR = 4 \cdot 19{,}1 = 76{,}4 \text{ в}.$$

114. При использовании конденсаторных подрывных машинок разрешается производить ступенчатое присоединение параллельных вет-

вей к магистральным проводам при условии, что расстояния между соседними ветвями не превышают 4—6 *м* (рис. 58).

Расчет сети в этом случае производится по способу, изложенному в предыдущей статье. Количество параллельных ветвей принимается при этом не более четырех. Количество электродетонаторов в различных ветвях должно быть одинаковым, а общее сопротивле-

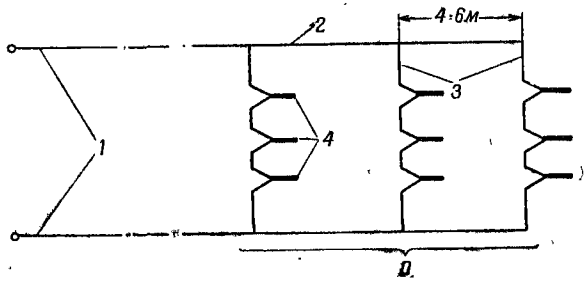


Рис. 58. Схема электровзрывной сети с параллельно-ступенчатым соединением групп последовательно соединенных электродетонаторов:

1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — группы (ветви); *4* — электродетонаторы; *n* — количество ветвей

ние сети не должно превышать норм для параллельного соединения электродетонаторов согласно табл. 7—9.

Подбор источников тока для электровзрывных сетей

115. Подбор источников тока для использования их в той или иной электровзрывной сети производится следующим образом.

При применении подрывных машинок ПМ-1, допускающих только последовательное соединение электродетонаторов, вычисляется общее сопротивление электровзрывной сети (ст. 110), по величине которого и определяется возможность использования данной машинки (сопротивление не должно превышать 290 *ом*).

В случаях применения конденсаторных подрывных машинок КПМ-1 и КПМ-2, допускающих не только последовательное, но также параллельное и смешанное соединения электродетонаторов, руководствоваться указаниями ст. 76, 81 и 114.

Для прочих источников в соответствии со ст. 110—113 определяются потребные величины напряжения U и тока I, по которым и производится выбор.

При использовании в качестве источников тока на подрывных работах передвижных электростанций, осветительных и силовых электрических сетей пользуются их номинальными характеристиками.

В случаях применения аккумуляторов, сухих элементов и батарей в качестве источников тока в электровзрывных сетях следует руководствоваться указаниями ст. 116—120.

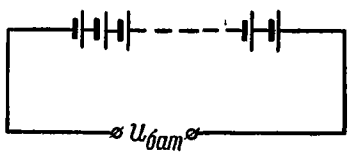


Рис. 59. Схема последовательного соединиении элемеитов в батарею

116. Если источник тока имеет требуемое (или большее) напряжение $U_{ист}$ и обеспечивает требуемый (или больший) ток I, то такой источник вполне пригоден для данной сети.

Если источник тока обеспечивает требуемый ток I *, но имеет большое внутреннее сопротивление R_0, вследствие чего между его электродвижущей силой E_0 и напряжением $U_{ист}$ на зажимах может быть большое разлнчие, то величину напряжения определяют по формуле

$$U_{ист} = E_0 - IR_0. \qquad (9)$$

Величину электродвижущей силы E_0 для свежих батарей можно принимать по табл. 11 или приравнивать ее к показанию вольтметра (амперволътомметра), подключенного к зажимам ненагруженного источника тока; способы измерения внутреннего сопротивления батарей приведены в ст. 92.

117. Если выбранный источник тока обеспечивает требуемый ток I, но его напряжение $U_{ист}$ меньше требуемого напряжения U, то применяют последовательное соединение m одинаковых источников тока в общую батарею (рис. 59).

* В выполнеиии или иевыполиении этого условия можно убедиться при помощи формулы (12).

Напряжение на зажимах такой батареи $U_{бат}$ должно быть равно или больше требуемого напряжения

$$U_{бат} = mU_{ист} \geqslant U,$$

откуда

$$m \geqslant \frac{U}{U_{ист}}, \qquad (10)$$

где m — число источников, последовательно соединенных в батарею.

Пример. Для электровзрывной сети требуется источник тока напряжением 40 *в*, обеспечивающий ток 2 *а*. Определить потребное количество кислотных стартерных батарей 3СТ-60.

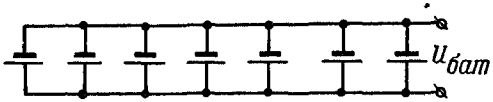


Рис. 60. Схема параллельного соединения элементов в батарею

Согласно табл. 14 (ст. 93) батареи 3СТ-60 обеспечивают 10-часовой разрядный ток 6,0 *а* при напряжении 6 *в*; следовательно, по току батарея подходит, а по напряжению она недостаточна. Соединяем батареи последовательно в одну общую батарею. Число источников (отдельных батарей) определяется по формуле (10)

$$m \geqslant \frac{U}{U_{ист}} = \frac{40}{6{,}0} = 6{,}72.$$

Принимаем $m=7$. Тогда общее напряжение полученной батареи

$$U_{бат} = mU_{ист} = 7 \cdot 6 = 42 \text{ в}.$$

118. Если выбранный источник тока имеет напряжение, равное или больше требуемого, но не обеспечивает потребного тока, то применяют параллельное соединение нескольких источников в батарею (рис. 60), определяя необходимое число их n из выражения

$$n \geqslant \frac{I}{I_{ист}}, \qquad (11)$$

где n — число источников тока;

I — требуемый общий ток в сети;

$I_{ист}$ — ток, обеспечиваемый отдельным источником.

Для сухих элементов и батарей (если не проводится их испытание) $I_{ист}$ определяется по формуле

$$I_{ист} = \frac{E_0}{2R_0}. \qquad (12)$$

Пример. Для электровзрывной сети требуется источник тока напряжением 60 *в*, обеспечивающий ток 4 *а*. Имеются сухие анодные батареи 102-АМЦ-У-1,0, частично уже израсходованные. При испытаниях было определено, что при разрядном токе 1 *а* они имеют напряжение $U_{ист}=70$ *в*. Следовательно, батареи подходят по напряжению, но недостаточны по току, и поэтому необходимо соединить несколько батарей параллельно.

Принимая ток, обеспечиваемый одной батареей, $I_{ист}=1$ *а* и требуемый ток $I=4$ *а*, определяем число параллельно соединенных батарей по формуле (11)

$$n = \frac{I}{I_{ист}} = \frac{4}{1} = 4.$$

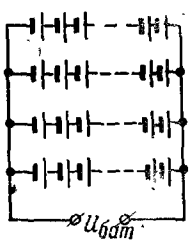


Рис. 61. Схема смешанного соединения элементов в батарею

119. Если выбранный источник тока недостаточен как по напряжению, так и по току, то применяется смешанное соединение источников в батарею (рис. 61).

При этом количество m последовательно соединенных источников в одной группе определяется по формуле (10), а количество n параллельных групп — по формуле (11). Общее же количество источников тока в батарее будет равно произведению количества элементов в одной группе на число групп

$$N = mn. \qquad (13)$$

Пример. Для электровзрывной сети требуется источник тока напряжением 60 *в*, обеспечивающий ток 4 *а*. Имеются сухие анодные батареи 70-АМЦГ-1,3, которые при испытании показали, что при токе, равном 0,8 *а*, они имеют напряжение 50 *в*. Следовательно, эти источники недостаточны как по напряжению, так и по току.

Применяем смешанное соединение источников тока, принимая при этом $U_{ист}=50$ *в*; $U=60$ *в*; $I_{ист}=0,8$ *а*; $I=4$ *а*.

Количество последовательно соединенных источников в одной группе определяется по формуле (10)

$$m \geqslant \frac{U}{U_{ист}} = \frac{60}{50} = 1,2.$$

Принимаем $m=2$.

Число параллельных групп определяется по формуле (11)

$$n \geqslant \frac{I}{I_{ист}} = \frac{4}{0{,}8} = 5.$$

Принимаем $n=5$.

Общее количество батарей по формуле (14) будет равно

$$N = mn = 2 \cdot 5 = 10.$$

120. Когда $U_{ист}$ неизвестно, а известны E_0 и R_0, то при применении смешанного соединения источников тока количество их m в одной группе определяется из условия

$$m \geqslant \frac{2IR}{E_0}, \tag{14}$$

а количество групп n — из условия

$$n \geqslant \frac{2IR_0}{E_0}. \tag{15}$$

Проверка правильности подбора и соединения источников производится вычислением общего тока батареи $I_{бат}$ по формуле

$$I_{бат} = \frac{mE_0}{R + \frac{mR_0}{n}}. \tag{16}$$

При этом должно соблюдаться условие

$$I_{бат} \geqslant I.$$

Пример. Для электровзрывной сети требуется источник тока напряжением 160 *в*, обеспечивающий ток 8 *а*. Имеются сухие анодные батареи 102-АМЦ-У-1,0, у которых были замерены внутреннее сопротивление $R_0=40$ *ом* и электродвижущая сила $E_0=90$ *в*. Общее сопротивление электровзрывной сети $R=20$ *ом*.

Применяем смешанное соединение источников тока. Количество последовательно соединенных источников тока в одной группе определяется по формуле (14)

$$m \geqslant \frac{2IR}{E_0} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 20}{90} = 3{,}6.$$

Принимаем $m=4$.

Число параллельных групп в батарее определяется по формуле (15)

$$n \geqslant \frac{2IR_0}{E_0} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 40}{90} = 7{,}2.$$

Принимаем $n=8$.

Общее число батарей, определяемое по формуле (13), равно

$$N = mn = 4 \cdot 8 = 32.$$

В заключение по формуле (16) проверяем, обеспечит ли батарея, составленная из 32 источников, потребный ток I.

$$I_{бат} = \frac{mE_0}{R + \frac{mR_0}{n}} = \frac{4 \cdot 90}{20 + \frac{4 \cdot 40}{8}} = \frac{360}{40} = 9 \; a > I.$$

Если принять $n=7$, то получим

$$I_{бат} = \frac{4 \cdot 90}{20 + \frac{4 \cdot 40}{7}} = \frac{360}{43} = 8{,}3 \; a \approx I.$$

Следовательно, можно сократить общее количество батарей до

$$N = 4 \cdot 7 = 28.$$

Изготовление и прокладка электровзрывных сетей

121. Электровзрывные сети всегда должны быть двухпроводными и выполняться из изолированных проводов. При взрыве нескольких групп зарядов с одного пункта управления (подрывной станции) обратный провод электровзрывной сети разрешается как исключение делать общим для всех групп. Работы по монтажу и укладке электровзрывных сетей должны производиться с особой тщательностью.

При заблаговременной подготовке взрыва электровзрывные сети должны укладываться в ровики глубиной не менее 15—20 *см* или укрываться за элементами подрываемых конструкций в целях предохранения проводов от механических повреждений и повреждений осколками и действием ударной воздушной волны.

При пересечении электровзрывными сетями дорог и возможных путей движения транспорта и боевых машин провода обязательно зарываются в грунт на глубину 40—50 *см*. При недостатке времени провода разрешается укладывать в узкие ровики без засыпки или зарывать их под лопату. Провода укладываются со слабиной в 10—15% от расстояния между соединяемыми точками. Зимой провода электровзрывных сетей укладываются на поверхность грунта под снегом.

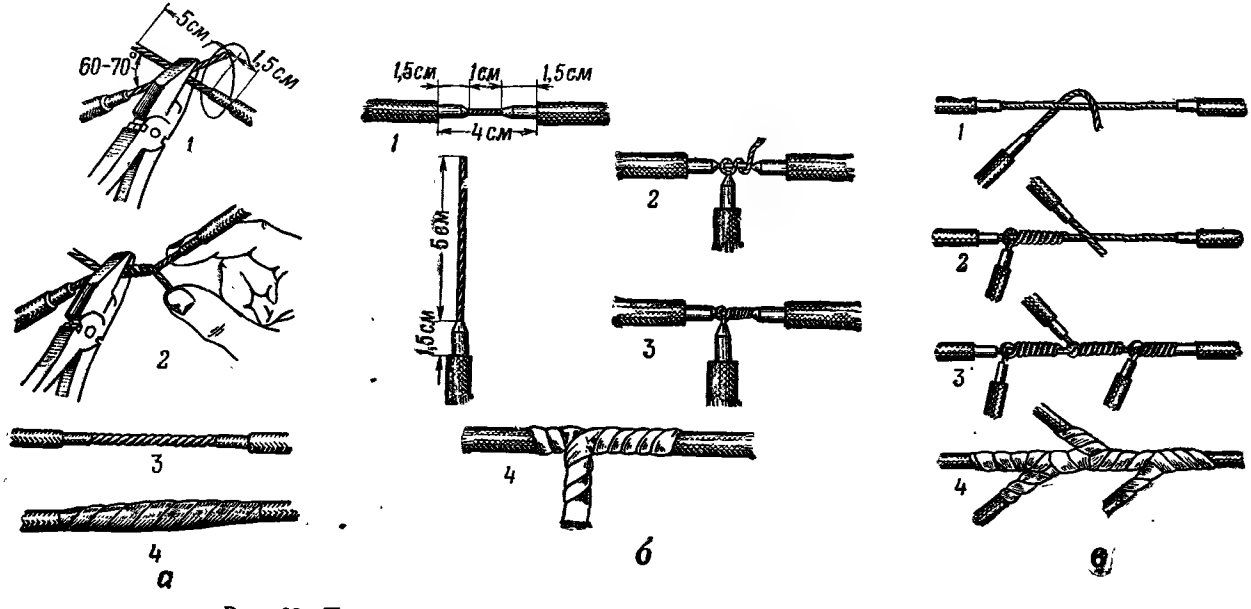


Рис. 62. Последовательность изготовления сростков саперного провода:

а — прямой сросток; *б* и *в* — сростки под углом; *1* — зачистка и накладывание жил; *2* — сращивание жил; *3* — неизолированный сросток; *4* — полностью готовый сросток

При развертывании электровзрывных сетей на местности провода тщательно проверяются по всей их длине на отсутствие обрывов и повреждений изоляции. Уложенные электровзрывные сети перед засыпкой ровиков проверяются малым омметром. Сеть считается исправной, если при разомкнутых концах магистральных и участковых проводов омметр показывает 3000 *ом* и больше, а при замкнутых концах парных проводов показания омметра выражаются единицами или десятками *ом*.

122. Сращивание проводов в электровзрывных сетях производится следующим образом: с концов провода снимают изоляцию на длину 5 *см*, а оплетку снимают еще на 1,5 *см* дальше*. Оголенные концы металлической жилы до блеска зачищают обухом ножа, плотно скручивают в том же направлении, в каком она скручена в проводе, и снова зачищают до блеска.

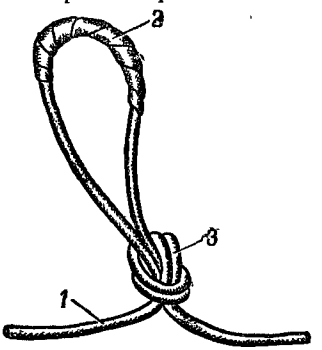


Рис. 63. Предохранительная петля на участке сростка саперного провода:
1 — провод; *2* — сросток; *3* — узел

Сростки проводов бывают следующих видов:

— прямой сросток (рис. 62, *а*);

— сросток под углом (рис. 62, *б* и *в*).

При изготовлении сростков концы сращиваемых жил плотно скручивают крутыми витками при помощи плоскогубцев. Лишние концы жил обрезаются.

При изолировании сростка оголенные жилы плотно обертывают изоляционной лентой, начиная с одного конца изолируемого участка. Ленту нужно наматывать на жилу, захватывая и резиновую изоляцию провода, но не покрывая его оплетки. Поверх первого слоя ленты наматывают еще один — два слоя ее, захватывая и края оплетки провода на 1,5—2 *см*.

Во избежание разрыва сростков на сращенных участках проводов завязываются предохранительные петли (рис. 63).

* Данное указание относится только к проводам СП-1 и СП-2, имеющим оплетку.

123. При устройстве электровзрывной сети саперным отделением оно разбивается на расчеты:

— для оборудования подрывной станции;

— для прокладки магистральных проводов;

— для изготовления и прокладки сети.

Командир отделения, получив приказание об изготовлении электровзрывной сети и месте расположения подрывной станции, определяет место изготовления сети, направление прокладки магистральных проводов, распределяет личный состав на расчеты и дает указания по производству работ, следит за ходом работ и отвечает за срок готовности сети и за принятие необходимых мер предосторожности.

Место расположения подрывной станции выбирается так, чтобы с него был хорошо виден подрываемый объект. В противном случае выставляются наблюдатели, которые должны иметь надежную связь со станцией. Подрывная станция размещается в укрытии, оборудованном в соответствии со ст. 7.

Расчет, выделенный для оборудования подрывной станции, под руководством старшего получает с полевого склада подрывные машинки и измерительные приборы, производит их проверку и размещение в укрытии. Измерительные приборы с подрывной станции разрешается выдавать другим расчетам только по приказанию руководителя работ.

Расчет, выделенный для прокладки магистральных проводов, получив указания о месте подачи концов магистрали и о направлении ее прокладки, берет нужное количество катушек провода, проверяет исправность последнего и подносит катушки к назначенному месту подачи концов. Привязав изолированные концы провода к колу, дереву и т. п., расчет разматывает провод по указанному направлению к месту расположения подрывной станции. При неполном разматывании катушки провод не обрезается, а к источнику тока на подрывной станции подводятся его внутренние концы, выпущенные из катушки.

Концы магистральных проводов на подрывной станции должны быть изолированными. Если на станции находится несколько пар магистральных проводов, то во избежание перепутывания их пропускают через отверстия в доске и нуме-

руют. На подрывной станции всегда должен быть в наличии необходимый запас проводов на случай быстрого исправления поврежденных участков электровзрывной сети.

Старший расчета по изготовлению сети лично получает электродетонаторы с полевого склада и проверяет их на проводимость. Под его руководством нарезаются отрезки проводов с увеличением их длины против номинальной на 10—15% (в целях обеспечения необходимой слабины при прокладке сети).

Сети могут изготовляться на местах производства подрывных работ или поблизости от них скрытно от наблюдения противника. Заготовленные провода раскладываются согласно схеме расположения зарядов, и к их концам присоединяются электродетонаторы.

Изготовление сетей производится с соблюдением всех мер предосторожности, принимаемых при обращении с капсюлями-детонаторами и электродетонаторами. Необходимо обращать особое внимание на качество сростков, так как оно является условием безотказности взрыва.

До особого распоряжения сети на подготовленных к подрыванию объектах располагаются так, чтобы электродетонаторы находились не ближе 0,5 *м* от зарядов.

После укладки на объекте сеть присоединяется к магистральным проводам и по приказанию руководителя работ с подрывной станции производится первая проверка ее исправности согласно ст. 121. При этом все саперы должны быть отведены от зарядов на безопасное расстояние. После проверки сети концы магистральных проводов на подрывной станции снова изолируются и к ним по приказанию руководителя работ выставляется часовой. В последующем, каждый раз по приказанию руководителя работ, периодически должны производиться контрольные проверки электровзрывной сети.

Учитывая, что электровзрывные сети могут быть перебиты огнем противника, их необходимо дублировать, т. е. обеспечивать возможность взрыва зарядов с разных подрывных станций по нескольким независимым одна от другой сетям.

Защита электровзрывных сетей от грозовых разрядов

124. Во время грозы в магистральных и участковых проводах электровзрывной сети могут возникать кратковременные (импульсные) электрические токи, способные вызвать взрыв электродетонаторов.

Взрыв электродетонаторов может также произойти вследствие образования электрических искр между их запальными мостиками и металлическими гильзами в результате появления на проводах электровзрывной сети высоких потенциалов.

Действие грозовых разрядов на электровзрывные сети может происходить:

— при прямом попадании молнии в провода или в другие составные части электровзрывных сетей;

— при грозовом разряде вблизи электровзрывных сетей (прохождение растекающихся по земле токов);

— вследствие электростатической или электромагнитной индукции (наведение токов в результате изменения электрического или магнитного полей).

Защита от прямого удара молнии в заряды ВВ или в провода электровзрывных сетей в полевых условиях трудно осуществима. Поэтому перечисленные в следующей статье меры предназначены для защиты сетей только от воздействия токов, возникающих при грозовом разряде вблизи электровзрывной сети и вследствие электростатической или электромагнитной индукции.

125. Для предотвращения действий грозовых разрядов провода электровзрывной сети должны укладываться в землю на глубину не менее 15—20 *см*.

Перед укладкой проводов в землю в соответствии со ст. 121 нужно тщательно проверять качество изоляции и места, где она нарушена, покрывать изоляционной лентой.

Электровзрывные сети, как правило, должны изготовляться из двухжильного саперного провода. Если сеть составлена из одножильного провода, то перед укладкой провода необходимо скручивать в один шнур. Если по условиям обстановки нет времени на скручивание, то оба провода должны располагаться на всем протяжении в одном ровике и обязательно связываться между собой шпагатом или изоляционной лентой через 1—1,5 *м*.

Магистрали электровзрывных сетей желательно выполнять экранированными двухжильными проводами, т. е. проводами с металлической оплеткой, или укладывать рядом с магистральными проводами голые металлические провода (колючую проволоку). Концы магистральных проводов на подрывной станции должны разводиться в стороны и тщательно изолироваться.

126. Для защиты электровзрывных сетей от грозовых разрядов применяют специальный **грозозащитный прибор ГЗУ** (рис. 64). Прибор состоит из неонового разрядника с напряжением зажигания 60 *в* и индуктивной катушки. Катушка имеет 800 витков; ее активное сопротивление составляет около 10 *ом*, что должно учитываться при расчете электровзрывных сетей.

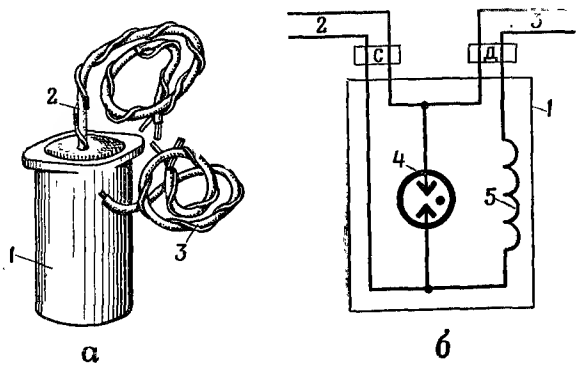


Рис. 64. Грозозащитный прибор ГЗУ:
а — общий вид; *б* — электрическая схема; *1* — корпус; *2* — концы проводов с биркой С; *3* — концы проводов с биркой Д; *4* — неоновый разрядник; *5* — катушка индуктивности

Для предохранения от влаги катушка и разрядник помещены в цилиндр из пластмассы и залиты асфальтовым битумом. Из цилиндра выведены две пары проводов: одна пара с бирками С, вторая — с бирками Д.

Грозозащитные приборы включаются в электровзрывные сети перед каждым электродетонатором. Включение каждого прибора в электровзрывную сеть производится согласно схеме, приведенной на рис. 65. Провода с бирками Д присоединяются к концевикам электродетонатора, а провода с бир-

ками C — к участковым или магистральным проводам. Сростки проводов тщательно изолируются.

Пример. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов длиной 600 *м* (в оба конца), участковых проводов общей длиной 200 *м* и 25 последовательно соединенных электродетонаторов. Провода одножильные, электродетонаторы ЭДП. Перед каждым из электродетонаторов (см. рис. 65) включен прибор ГЗУ. Определить общее сопротивление сети и потребное напряжение на зажимах источника тока.

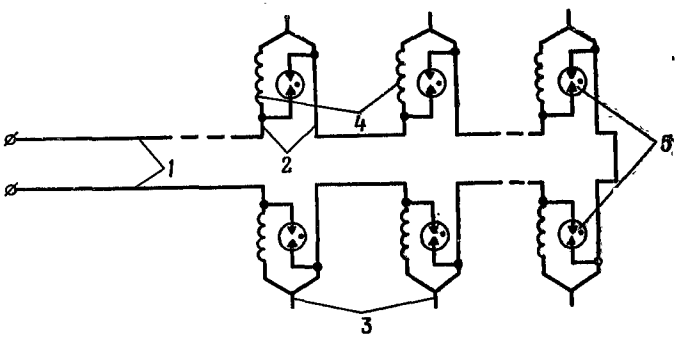


Рис. 65. Схема электровзрывной сети с приборами ГЗУ:
1 — магистральные провода; *2* — участковые провода; *3* — электродетонаторы; *4* — катушки индуктивности ГЗУ; *5* — неоновые разрядники ГЗУ

Потребный для взрывания ток $I=1$ *а* (ст. 67);
сопротивление магистральных проводов

$$r_м = \frac{25 \cdot 600}{1000} = 15 \text{ ом (ст. 70)};$$

сопротивление участковых проводов $r_{уч} = \frac{25 \cdot 200}{1000} = 5$ *ом*;
сопротивление одного электродетонатора $r_д = 2{,}5$ *ом* (ст. 66);
сопротивление катушки одного ГЗУ $r_г = 10$ *ом*;
число электродетонаторов с приборами ГЗУ $m=25$;
общее сопротивление сети по формуле (3)

$$R = r_м + r_{уч} + m(r_д + r_г) = 15 + 5 + 25(2{,}5 + 10) = 322{,}5 \text{ ом};$$

потребное напряжение по формуле (4)

$$U = IR = 1 \cdot 322{,}5 = 322{,}5 \text{ в}.$$

127. Грозозащитные приборы перед включением их в электровзрывную сеть проверяются на исправность схемы и разрядника.

Исправность схемы проверяется при помощи малого омметра следующим образом. Омметр присоединяется к

проводам с бирками Д. Если прибор исправен, то при замыкании проводов с бирками С омметр должен показать сопротивление 8—10 *ом*, а при размыкании их стрелка омметра должна стать на бесконечность (∞).

Проверка исправности разрядника производится при помощи анодной батареи или подрывной машинкой ПМ-1 с лампой на напряжение 220 *в*.

Проверка посредством батареи производится в следующем порядке. К одному полюсу батареи через лампу присоединяется любой из проводов с биркой Д. Провода с биркой С должны быть при этом разомкнуты. При касании вторым проводом с биркой Д второго полюса батареи лампа должна загораться.

Проверка исправности разрядника при помощи подрывной машинки производится следующим способом. Машинка присоединяется последовательно через электрическую лампу к проводам с бирками Д. Провода с бирками С должны быть разомкнуты. При исправном разряднике приведение машинки в действие должно вызывать вспышку лампы.

128. При совместном применении грозозащитных приборов и конденсаторных подрывных машинок безотказность взрыва обеспечивается только при условии, что напряжение на зажимах каждого из приборов ГЗУ не превышает его потенциала зажигания (60 *в*).

Проверка электровзрывной сети с грозозащитными приборами на возможность применения конденсаторных подрывных машинок КПМ-1 и КПМ-2 в качестве источников тока производится по формуле

$$U = \frac{18750}{r_м + r_{уч} + 12{,}5m}, \qquad (17)$$

где U — напряжение на зажимах одного прибора ГЗУ;
$r_м$ — сопротивление магистральных проводов;
$r_{уч}$ — сопротивление всех участковых проводов сети;
m — количество последовательно соединенных электродетонаторов с грозозащитными приборами.

Если вычисленное по формуле (17) U будет меньше 60 *в*, то конденсаторные подрывные машинки КПМ-1 и

КПМ-2 можно применять в качестве источников тока без дополнительного сопротивления. Если же U будет больше или равно 60 *в*, то любая из указанных подрывных машинок может быть применена только при условии включения в магистраль необходимого дополнительного сопротивления. Величина этого сопротивления определяется по формуле *

$$r_{доп} = 325 - (r_м + r_{уч} + 12{,}5m), \qquad (18)$$

где обозначения те же, что в предыдущей формуле.

Формула (18) определяет минимально необходимое дополнительное сопротивление; наибольшая возможная величина его определяется по условию соблюдения пределов общего сопротивления сети, указанных в табл. 7—9.

Пример. Электровзрывная сеть состоит из магистральных проводов длиной 500 *м* (в оба конца), участковых проводов общей длиной 100 *м* и 10 последовательно соединенных электродетонаторов; перед каждым электродетонатором включен прибор ГЗУ. Провода сети одножильные, электродетонаторы ЭДП. Определить возможность производства взрыва при помощи конденсаторной подрывной машинки и (если необходимо) величину дополнительного сопротивления.

Сопротивление магистральных проводов

$$r_м = \frac{25 \cdot 500}{1000} = 12{,}5 \text{ ом (ст. 70)};$$

сопротивление участковых проводов

$$r_{уч} = \frac{25 \cdot 100}{1000} = 2{,}5 \text{ ом};$$

число электродетонаторов с приборами ГЗУ $m = 10$; напряжение на зажимах каждого из приборов ГЗУ по формуле (17)

$$U = \frac{18750}{r_м + r_{уч} + 12{,}5m} = \frac{18750}{12{,}5 + 2{,}5 + 12{,}5 \cdot 10} \approx 134 \text{ в} > 60 \text{ в}.$$

При применении конденсаторных подрывных машинок необходимо дополнительное сопротивление, которое определяется по формуле (18)

$$r_{доп} = 325 - (r_м + r_{уч} + 12{,}5m) = 325 - (12{,}5 + 2{,}5 + 12{,}5 \cdot 10) = 185 \text{ ом}.$$

---

* В ряде случаев в качестве дополнительных сопротивлений могут быть использованы проволочные пульты для проверки конденсаторных подрывных машинок.

129. При отсутствии специальных грозозащитных приборов защита электровзрывных сетей от грозовых разрядов может быть выполнена подручными средствами.

Заряды в металлических оболочках, заложенные в грунт, защищаются от взрыва во время грозы следующим способом. На нижнюю часть металлической оболочки заряда плотно накладываются два — три витка голого провода. Один конец провода закрепляется простой скруткой в 3—4 витка, а другой присоединяется к жиле одного из проводов, идущих от электродетонатора.

Второй провод от электродетонатора разрезается на расстоянии 50 *см* от заряда. Разрезанные концы этого провода разводятся в земле на 10 *см* один от другого и выводятся на поверхность, где каждый из них зачищается и отдельно от другого изолируется.

Перед взрыванием заряда выведенные на поверхность земли концы провода освобождаются от изоляции, сращиваются и полученный сросток изолируется.

ГЛАВА IV

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПОДРЫВАНИЯ ДЕРЕВА, СТАЛИ, КИРПИЧНОЙ И КАМЕННОЙ КЛАДОК, БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

130. Для подрывания элементов конструкций из дерева, кирпича, камня и неармированного бетона могут применяться бризантные ВВ нормальной, повышенной и пониженной мощности. Для подрывания стальных и железобетонных элементов конструкций применять ВВ пониженной мощности нецелесообразно. При подрывании железобетона ВВ пониженной мощности можно применять только в качестве внутренних зарядов.

Все приведенные в данной главе формулы для расчета зарядов и таблицы расчетных коэффициентов, зависящих от свойств применяемых взрывчатых веществ, относятся только к ВВ нормальной мощности. При применении ВВ повышенной или пониженной мощности вес заряда, определенный по соответствующей расчетной формуле, должен умножаться соответственно на 0,75 или на 1,20.

В ряде случаев для подрывания различных элементов конструкций целесообразно применять пластит-4, который по основным взрывчатым характеристикам относится к ВВ нормальной мощности. Однако если пластитовым зарядам придаются особые формы, повышающие эффект использования энергии взрыва, то вес этих зарядов может уменьшаться по сравнению с вычисленным по соответствующей формуле. Конкретные величины коэффициентов уменьшения приводятся в соответствующих статьях данной главы.

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПОДРЫВАНИЯ ДЕРЕВА

131. Деревянные элементы конструкций (бревна, брусья, двутавровые балки, пакеты бревен, кусты свай) подрываются наружными зарядами. Заряды, применяемые для подрывания деревянных элементов, могут быть как контактными, так и неконтактными; первые по своей форме могут быть сосредоточенными, удлиненными и фигурными, вторые — только сосредоточенными. Все перечисленные виды зарядов можно применять для подрывания деревянных элементов конструкций как в воздухе, так и под водой.

132. Вес контактного заряда, необходимого для перебивания бревна, определяется по формуле

$$C = KD^2, \qquad (19)$$

где C — вес заряда в граммах;

D — диаметр бревна в сантиметрах;

K — коэффициент, зависящий от породы (крепости) и влажности древесины (табл. 17).

При перебивании бревен диаметром более 30 *см* вес заряда умножается на величину $\frac{D}{30}$.

Таблица 17

Значение коэффициента K

Породы древесины	Состояние древесины	
	сухая	свежесрубленная, влажная и на корню
Слабые породы (осина)	0,80	1,00
Породы средней крепости (сосна, ель)	1,00	1,25
Крепкие породы (дуб, клен, бук, ясень, береза)	1,60	2,00

Пример. Требуется подорвать контактным зарядом свежесрубленное сосиовое бревно диаметром 35 *см*.

Определяем вес заряда по формуле (19)

$$C = KD^2 = 1{,}25 \cdot 35^2 = 1530 \text{ г}.$$

Учитывая, что диаметр бревиа больше 30 *см*, умножаем вес заряда на $\frac{D}{30}$.

$$C_1 = 1530 \cdot \frac{D}{30} = 1530 \cdot \frac{35}{30} = 1785 \text{ г}.$$

Округляем до 1800 *г* (четыре больших и одиа малая или девять малых тротиловых шашек).

Заряд должен прочно прикрепляться к подрываемому бревну вплотную без зазора (рис. 66). При валке деревьев с корня заряд следует прикреплять с той стороны, в которую нужно свалить дерево. Для более плотного прилегания заряда на дереве может быть сделана стеска (рис. 67).

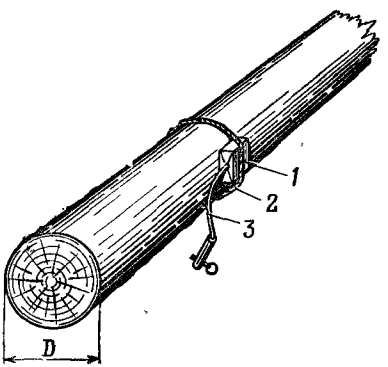


Рис. 66. Подрываиие бревиа сосредоточеииым зарядом:
1 — заряд; *2* — проволока (шпагат); *3* — зажигательиая трубка

При подрывании бревен пластичным ВВ (пластит-4) целесообразно применять кольцевые заряды в оболочках (ст. 43), охватывающие бревно по всему периметру (рис. 68). В этом случае вес заряда, определенный по формуле (19), уменьшается на $^1/_3$.

133. Вес контактного заряда, необходимого для перебивания бруса, определяется по формуле

$$C = KF, \qquad (20)$$

где C и K — то же, что в формуле (19);
F — площадь поперечного сечения бруса в квадратных сантиметрах.

При толщине бруса h более 30 *см* (измеряется в направлении действия взрыва) вес заряда умножается на величину $\frac{h}{30}$. Составные брусья при расчете зарядов принимаются за целые.

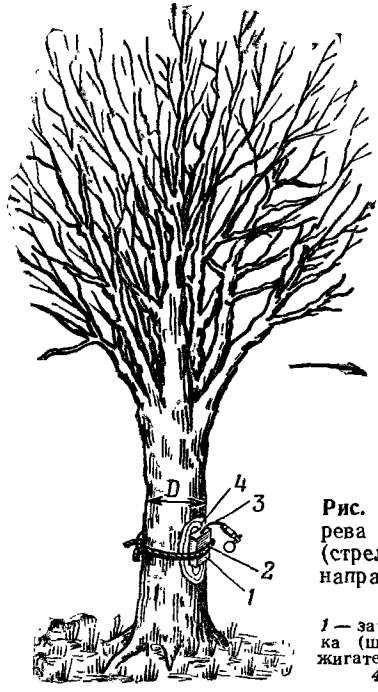


Рис. 67. Валка дерева с корня (стрелкой указаио направление валкн):

1 — заряд; *2* — веревка (шпагат); *3* — зажигательная трубка; *4* — стеска

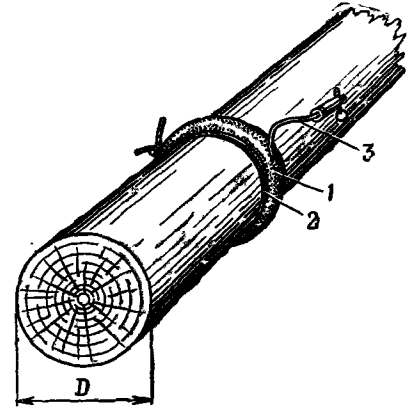


Рис. 68. Подрывание бревна кольцевым зарядом нз пластичного ВВ:

1 — заряд из пластита-4 в оболочке; *2* — шпагат; *3* — зажигательная трубка

Пример. Требуется подорвать контактным зарядом сухой сосновый брус шириной 40 *см* и толщиной 32 *см* (площадь поперечного сечения $F = 40 \cdot 32 = 1280$ *см*^{2}).

Определяем вес заряда по формуле (20)

$$C = KF = 1 \cdot 1280 = 1280 \text{ г}.$$

Учитывая, что толщина бруса больше 30 *см*, умножаем вес заряда на $\frac{h}{30}$.

$$C_1 = 1280 \cdot \frac{h}{30} = 1280 \cdot \frac{32}{30} = 1365 \text{ г}.$$

Округляем до 1400 *г* (три большие и одна малая или семь малых тротиловых шашек).

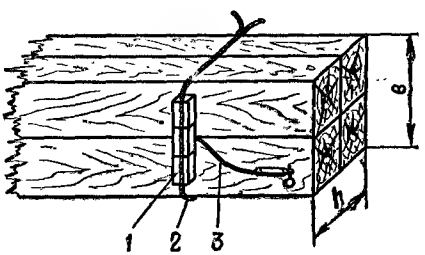


Рис. 69. Подрывание составного деревянного бруса:
1 — заряд; *2* — шпагат (проволока); *3* — зажигательная трубка

Заряд располагается на брусе обычно поперек его широкой грани (рис. 69).

134. Деревянные балки двутаврового сечения наиболее целесообразно подрывать фигурными зарядами (рис. 70, *а*). Вес каждой составной части фигурного заряда определяется по формуле (20) *. Части фигурных зарядов, не примыкающие одна к другой вплотную, должны соединяться между собой соединительными шашками. Вес соединительных шашек не включается в расчетный вес заряда.

Балка двутаврового сечения может быть подорвана также двумя отдельными сосредоточенными зарядами,

---

* Вследствие малой толщины вертикальной стенки заряд для ее перебивания определяется, как правило, по условию перекрытия этой части балки по всей высоте одним рядом малых шашек.

располагаемыми в углах, образуемых верхним и нижним поясами с вертикальной стенкой (рис. 70, *б*). По весу каждый из этих зарядов принимается вдвое большим по сравнению с зарядом, определенным по условию перебивания соответствующего пояса как отдельного бруса.

135. Подрывание пакетов бревен и сосредоточенных кустов свай (рис. 71) производится сосредоточенными

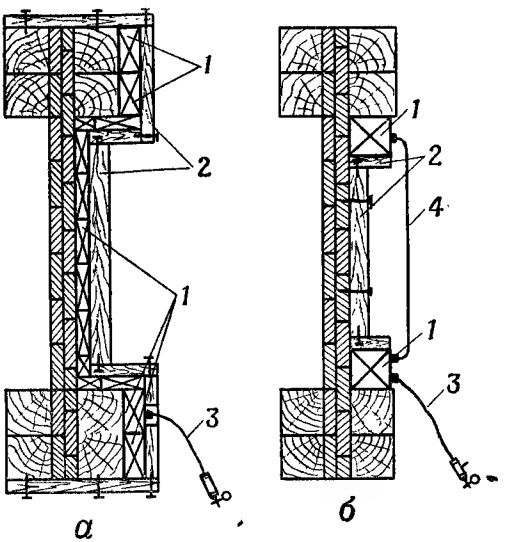


Рис. 70. Подрывание деревянных балок двутаврового сечения:

а — фигурным зарядом; *б* — сосредоточенными зарядами; *1* — заряды; *2* — дощатые крепления зарядов; *3* — зажигательные трубки; *4* — отрезок детонирующего шнура с капсюлями-детонаторами на концах

зарядами. Вес заряда, необходимого для перебивания пакета бревен (куста свай), определяется по формуле (19); в качестве расчетного диаметра принимается общий наибольший диаметр пакета в сантиметрах.

При подрывании плоских пакетов более чем из двух бревен (рис. 72) заряды целесообразно располагать, как указано в ст. 133. Расчет зарядов в этом случае производится по формуле (20); за

расчетную площадь поперечного сечения пакета принимается площадь описанного около него прямоугольника.

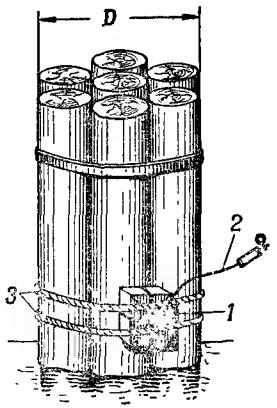


Рис. 71. Подрываине сосредоточеиного куста свай контактиым зарядом:

1 — заряд; *2* — зажигательная трубка; *3* — веревка (проволока)

Пакет из двух бревен подрывается сосредоточенным зарядом (рис. 73), рассчитанным на пере-

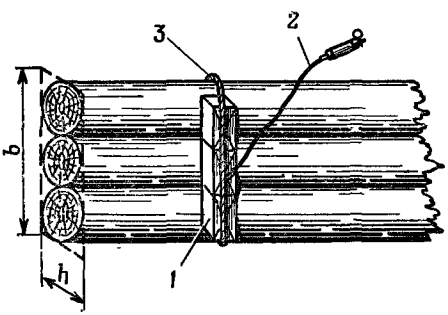


Рис. 72. Подрываине плоского пакета бревеи наружным зарядом:

1 — заряд; *2* — зажигательная трубка; *3* — веревка (проволока)

бивание одного (более толстого) бревна и закладываемым в паз.

Пример. Требуется подорвать сосредоточеииый куст сухих сосиовых свай, имеющий общий иаибольший диаметр 60 *см*.

Определяем вес заряда по формуле (19)

$$C = KD^2 = 1 \cdot 60^2 = 3600 \text{ г}.$$

Учитывая, что днаметр куста свай больше 30 *см*, умножаем вес заряда иа $\frac{D}{30}$:

$$C_1 = 3600 \cdot \frac{60}{30} = 7200 \text{ г}$$ (восемиадцать больших тротиловых шашек).

136. При подрывании одиночных бревен, брусьев и пакетов бревен (сосредоточенных кустов свай) контактными зарядами под водой величины этих

зарядов, определенные по формулам (19) и (20), уменьшаются в два раза.

Указанное правило справедливо лишь в тех случаях, когда глубина погружения заряда в воду равна или больше удвоенной толщины подрываемого элемента. При меньших заглублениях зарядов их величина определяется по условиям подрывания элементов в воздухе.

Пример. Требуется подорвать под водой на глубине 60 *см* контактным зарядом сосновую сваю диаметром 28 *см*.

Определяем вес заряда по формуле (19)

$$C = KD^2 = 1{,}25 \cdot 28^2 = 980 \text{ г}.$$

Учитывая, что заряд располагается под водой на глубине более удвоенной толщины сваи, уменьшаем его в два раза:

$$C_1 = 980 : 2 = 490 \text{ г}.$$

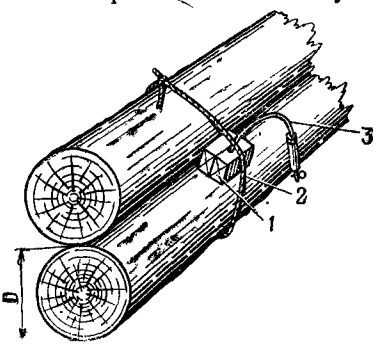


Рис. 73. Подрывание пакета из двух бревен:
1 — заряд; *2* — шпагат (проволока); *3* — зажигательная трубка

Округляем до 600 *г* (одна большая и одна малая или три малых тротиловых шашки).

137. Неконтактные заряды целесообразно применять для подрывания групп деревянных элементов (рис. 74), расположенных на некоторых расстояниях один от другого (рассредоточенные кусты свай, свайные опоры) *.

Вес неконтактного заряда, необходимого для перебивания любого деревянного элемента, определяется по формуле **

$$C = 30KDr^2, \qquad (21)$$

где C — вес заряда в килограммах;
K — коэффициент, зависящий от породы и влажности древесины (табл. 17);

---

* Неконтактные заряды должны размещаться по возможности в центре группы подрываемых элементов.

** Формула применяется для расчета неконтактных зарядов при условии, что $r \geqslant 2D$.

D — диаметр (толщина) наиболее удаленного из подрываемых элементов в метрах;

r — расстояние от центра заряда до оси наиболее удаленного элемента в метрах.

Пример. Требуется подорвать неконтактным зарядом двухрядную свайную опору моста (см. рис. 74). Расстояние от центра заряда до наиболее удаленной сваи, имеющей диаметр 30 *см*, равно 1,5 *м*; сваи сосновые сухие.

Определяем вес заряда по формуле (21)

$$C = 30KDr^2 = 30 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}30 \cdot 1{,}5^2 = 20 \text{ кг}.$$

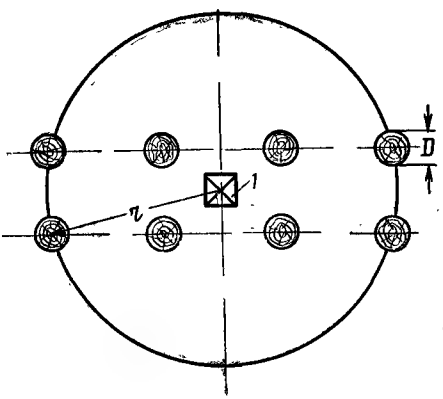


Рис. 74. Подрывание рассредоточенного куста свай неконтактным зарядом:
1 — заряд; *r* — радиус разрушения

При подрывании деревянных элементов неконтактными зарядами под водой вес зарядов, определенный по формуле (21) при величине K, соответствующей влажному состоянию древесины (табл. 17), уменьшается в два раза.

Это правило справедливо только в тех случаях, когда глубина погружения заряда равна или больше половины расчетного расстояния r (расстояния от центра заряда до оси наиболее удаленного из подрываемых элементов). При меньшем заглублении зарядов их вес определяется по условиям подрывания деревянных элементов в воздухе.

Пример. Требуется подорвать неконтактным подводным зарядом свайную опору моста. Расстояние от центра заряда до наиболее

удаленной сваи, имеющей диаметр 28 *см*, равно 1,75 *м*; глубина погружения заряда 1,0 *м*; сваи сосновые

Определяем вес заряда по формуле (21)

$$C = 30KDr^2 = 30 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}28 \cdot 1{,}75^2 = 32 \text{ кг}.$$

Учитывая, что глубина погружения заряда больше половины расчетного расстояния, уменьшаем заряд в два раза, т. е. принимаем $C = 16$ *кг*.

138. Корчевка пней производится взрывами сосредоточенных зарядов, закладываемых в грунт между корнями. Вес заряда, необходимого для выкорчевывания

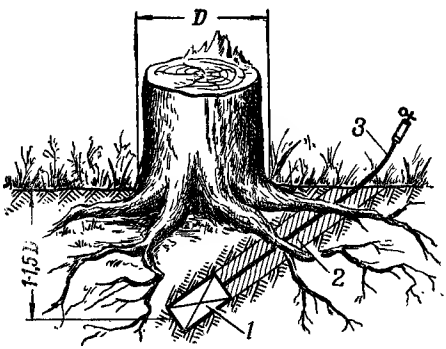


Рис. 75. Подрывание (выкорчевывание) пня:

1 — заряд; *2* — забивка; *3* — зажигательная трубка

пня, зависит от породы дерева, свежести пня, развития корней, прочности грунта и пр. Ориентировочно он может быть определен из расчета 10—15 *г* ВВ на каждый сантиметр диаметра пня у поверхности земли. Принятый из этого расчета вес заряда должен быть уточнен пробными взрывами.

Заряд для корчевания закладывается под середину пня на глубину 1,0—1,5 его диаметра. Для закладки заряда при помощи лома, лопаты или ручного земляного бура выделывается скважина необходимого диаметра, которая заряжается не более чем на одну треть ее длины (рис. 75). При наличии стержневого корня заряд должен прилегать вплотную к нему. Забивка скважин обязательна.

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПОДРЫВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

139. Стальные элементы конструкций (листы, балки, трубы, стержни, тросы) подрываются контактными наружными зарядами, которые по форме могут быть удлиненными, сосредоточенными и фигурными. Подрывание стальных элементов конструкций неконтактными зарядами производится лишь в исключительных случаях и при условии, что концы элементов прочно закреплены в узлах конструкции.

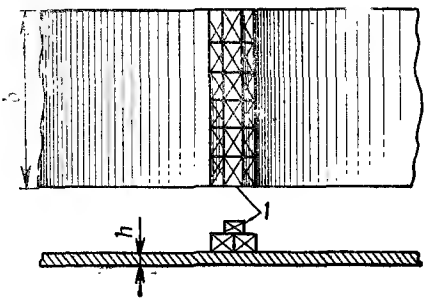


Рис. 76. Подрывание стальиого листа удлиииеиым зарядом:
1 — заряд из тротиловых шашек; *h* — толщина листа; *b* — ширина листа

Контактные заряды должны плотно прилегать к подрываемым металлическим элементам. В случаях неплотного прилегания зарядов величина воздушного зазора, высота заклепочных головок, толщина сварного шва и т. п. включаются в расчетную толщину перебиваемых элементов.

140 Стальные листы подрываются (перебиваются) удлиненными зарядами, перекрывающими их по всей ширине* (рис. 76).

Вес зарядов, необходимых для перебивания листов толщиной до 2 *см* включительно, определяется по формуле

$$C = 20F, \tag{22}$$

а для перебивания листов толщиной более 2 *см* — по формуле

$$C = 10hF, \tag{23}$$

где C — вес заряда в граммах;
h — расчетная толщина листа в сантиметрах;

* В случае устройства пробоин в стальиых листах зарядом перекрывают только часть ширины листа, равиую расчетиой длине пробоины.

F — площадь поперечного сечения листа по плоскости перебивания в квадратных сантиметрах.

Наряду с формулами (22) и (23) при определении веса зарядов можно пользоваться правилом их расчета по толщине листов. В соответствии с этим правилом **на каждый сантиметр толщины листа принимается:**

— при толщине листов до 2 *см* включительно — один ряд малых тротиловых шашек;

— при толщине листов более 2 *см* — $\frac{h}{2} \cdot h$ рядов тех же шашек (h — толщина в сантиметрах).

При этом дробные размеры толщины листов и дробные числа, выражающие количество рядов шашек, округляются до целых значений в сторону увеличения.

Удлиненные заряды для перебивания стальных листов могут изготовляться и из пластичного ВВ (пластит-4). Вес пластитовых зарядов определяется по формулам (22) и (23) без изменений.

Количество нитей удлиненного пластитового заряда в мягкой оболочке (ст. 43), необходимое для перебивания стальных листов, определяется по табл. 18.

Таблица 18

Количество нитей удлиненного пластитового заряда для перебивания стальных элементов

Толщина листов, *см*	Количество нитей заряда, шт.	Толщина элементов, *см*	Количество нитей заряда, шт.
До 1,0	1	2,5—3,5	3
1,0—1,5	1	3,5—4,0	4
1,5—2,5	2	4,0—4,5	5
		4,5—5,0	6

Для перебивания и пробивания стальных листов толщиной более 2 *см* целесообразно применять **кумулятивные удлиненные и сосредоточенные** заряды.

Пробивная способность кумулятивных зарядов КЗ-2 и КЗУ определяется по табл. 2.

Вес удлиненных кумулятивных зарядов из пластита-4 (см. рис. 16) определяется по формуле (23) с уменьшением в два раза.

Вес сосредоточенных кумулятивных зарядов из того же ВВ (см. рис. 17) определяется по формуле

$$C = 2{,}5h^3, \qquad (24)$$

где C — вес заряда в граммах;

h — толщина листа в сантиметрах.

Размеры кумулятивных полостей зарядов, изготовляемых в войсках, принимаются в соответствии с указаниями ст. 44.

При перебивании и пробивании броневых листов вес как кумулятивных, так и некумулятивных зарядов определяется по правилам расчета зарядов для подрывания обычных стальных листов с увеличением в два раза.

Пример 1. Требуется перебить стальной лист шириной 80 *см* и толщиной 1,8 *см*. Определить вес необходимого для этой цели удлиненного заряда.

Определяем вес заряда по формуле (22)

$$C = 20F = 20 \cdot 1{,}8 \cdot 80 = 2900 \text{ г}.$$

Округленно принимаем восемь больших или шестнадцать малых тротиловых шашек (3200 *г*) с укладкой их соответственно в один или в два ряда по всей ширине листа.

Определяем вес заряда по толщине листа, округляя ее до 2 *см*. Количество рядов малых шашек равно двум, в каждом ряду должно быть по восемь шашек; всего шестнадцать малых или восемь больших шашек (3200 *г*).

Пример 2. Требуется перебить стальную полосу шириной 60 *см*, состоящую из двух полос толщиной по 1,3 *см* с прокладками толщиной 0,6 *см*; полосы соединены заклепками, высота головок которых составляет 0,5 *см*. Определить вес удлиненного заряда, необходимого для перебивания полосы.

Определяем расчетную толщину полосы

$$h = 2 \cdot 1{,}3 + 0{,}6 + 0{,}5 = 3{,}7 \text{ см}.$$

Определяем вес заряда по формуле (23)

$$C = 10hF = 10 \cdot 3{,}7 \cdot 60 \cdot 3{,}7 = 8200 \text{ г}.$$

Округленно принимаем сорок две малые шашки (8400 *г*) с укладкой их в 7 рядов (можно принять также восемнадцать больших и шесть малых шашек, уложив и те и другие по шесть штук в ряд).

Определяем вес заряда по толщине полосы, округляя ее до 4 *см*. Количество рядов малых шашек равно $4/2 \cdot 4 = 8$; в каждый ряд укладывается шесть шашек, всего требуется сорок восемь малых или двадцать четыре больших шашки, т. е. 9600 *г*.

141. Стальные балки подрываются преимущественно фигурными зарядами. При проведении работ

в сокращенные сроки применяются сосредоточенные заряды.

Фигурные заряды размещают на подрываемых балках так, чтобы они охватывали их поперечное сечение с нескольких сторон. При этом части заряда, действующие в противоположных направлениях, должны располагаться со сдвигом одна относительно другой по длине балки (рис. 77).

Каждая составная часть фигурного заряда, предназначаемая для перебивания той или иной части балки, рассчитывается отдельно, как в случае перебивания отдельных листов, по ст. 140. При расчете частей заряда по толщине листов на каждую пару поясных уголков в составных балках добавляют по 2—3 больших шашки.

Составные части фигурного заряда изготовляются (вяжутся) отдельно одна от другой, а при укладке на подрываемую балку объединяются в общий заряд при помощи соединительных шашек; вес этих шашек в расчетный вес заряда не включается.

Крепление фигурных зарядов к подрываемым балкам осуществляется при помощи веревок, мягкой проволоки, дощатых накладок и распорок. Крепление производится в следующем порядке: веревку или проволоку обводят два раза вокруг перебиваемого сечения и завязывают ее со слабиной; затем под веревку (проволоку) подводят привязанные к дощатым накладкам части заряда и прижимают их к балке при помощи распорок.

Для подрывания стальных балок целесообразно применять заряды из пластичного ВВ в мягкой оболочке (ст. 43).

Количество нитей (вес) такого заряда определяется по табл. 18, крепление его к подрываемой балке показано на рис. 78.

Сосредоточенные заряды обычно размещают во внутренних углах и полостях, образуемых полками и стенками подрываемых балок, где сечение их является наиболее мощным (рис. 79). Вес сосредоточенного заряда принимается в два раза большим по сравнению с весом фигурного заряда, рассчитанного на перебивание балки того же поперечного сечения.

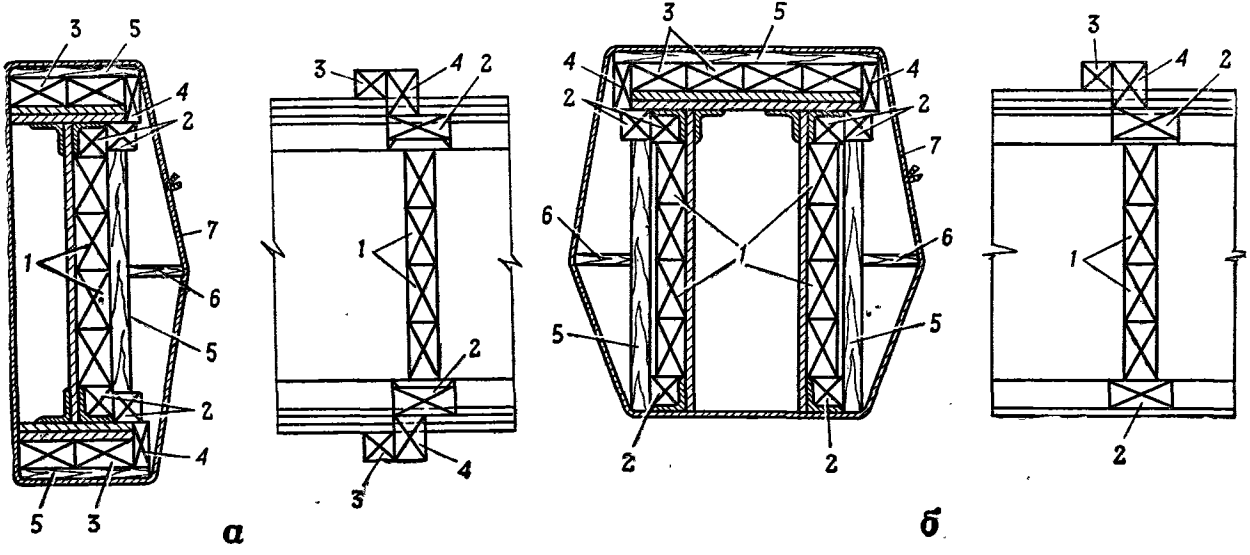


Рис. 77. Подрывание стальных балок фигурными зарядами:

а — балка двутаврового сечения; *б* — балка коробчатого сечения: *1* — заряды на стенках; *2* — заряды на уголках; *3* — заряды на полках; *4* — соединительные шашки; *5* — дощатые накладки; *6* — распорки; *7* — веревка (проволока)

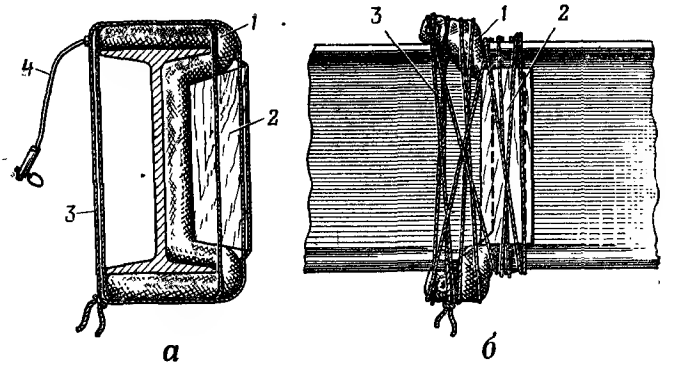


Рис. 78. Подрываине стальиой балки зарядом из пластичного ВВ:

а — поперечный разрез; *б* — вид сбоку; *1* — заряд из пластита-4 в оболочке; *2* — деревянная колодка; *3* — шпагат; *4* — зажигательная трубка

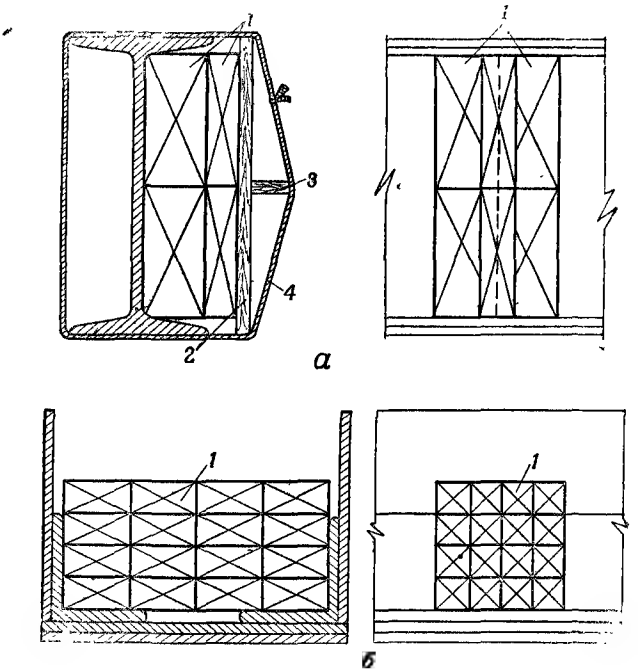


Рис. 79. Подрываиие стальных балок сосредоточеннымн зарядами:

а — балка двутаврового сечеиня; *б* — балка коробчатого сечеиия; *1* — заряды; *2* — дощатая иакладка; *3* — распорка; *4* — жгут из проволоки (веревка)

Пример 1. Требуется перебить двутавровую стальиую балку (рис. 80). Определить вес иеобходнмого для этой цели фигуриого заряда путем расчета по площадн поперечного сечеиия элемеитов балки.

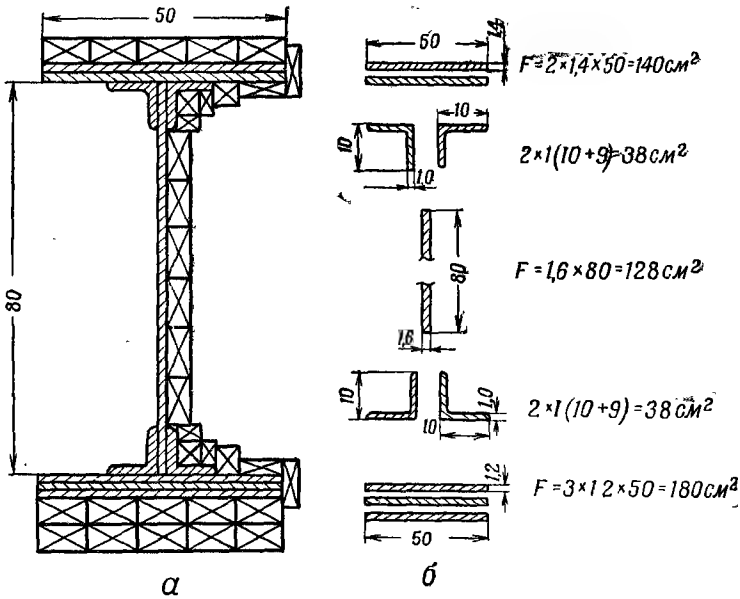


Рис. 80. Схема расчета и составлеиия фигуриого заряда для подрываиня двутавровой стальиой балкн:

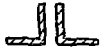
а — поперечный разрез балки с расположением шашек ВВ (крепление ие показано); *б* — схема вычисления площадей поперечного сечеиия элементов балки

Пример 2. По даииым предыдущего примера рассчитать фигуриый заряд по толщиие элемеитов балки в рядах малых шашек тротила.

Для перебивания стальных балок, имеющих большую площадь поперечного сечения, могут применяться удлиненные кумулятивные заряды КЗУ; способы укладки их на подрываемых балках (рис. 81) выбираются в зависимости от формы поперечного сечения этих балок и типа применяемых зарядов.

142. Стальиые трубы и пустотелые колонны подрываются зарядами, располагаемыми по наружной поверхности труб (колонн) на протяжении не менее

Решение примера 1

Наименование частей заряда	Схемы элементов	Расчет частей заряда	Принятые величины частей заряда		
			граммм	шашек тротила	
				больших	малых
Заряд для верхней полки		$C_1 = 10hF = 10 \cdot 2{,}8 \cdot 140 = 3920$	4000	10	—
Зарид дли верхних поясных уголков		$C_2 = 20F = 20 \cdot 38 = 760$	800	1	2
Заряд для стенки		$C_3 = 20F = 20 \cdot 128 = 2560$	3200	8	—
Заряд для нижних поясных уголков		$C_4 = 20F = 20 \cdot 38 = 760$	800	1	2
Заряд дли нижней полки		$C_5 = 10hF = 10 \cdot 3{,}6 \cdot 180 = 6480$	7000	15	5
Соединительные шашки		Без расчета	800	—	4
Итого . . .			16 600	35	13

Решение примера 2

Наименование частей заряда	Элементы балки		Расчет частей заряда в рядах малых шашек	Принятые величины частей заряда, шашек	
	схемы	расчетные размеры, *см*		больших	малых
Заряд для верхней полки		50×3	$3 \cdot \frac{3}{2} = 5$ рядов	10	5
Заряд для верхних поясных уголков		Одна пара	По ст. 141	1	2
Заряд для стенки		80×2	2·1 = 2 ряда	8	—
Заряд для нижних поясных уголков		Одна пара	По ст. 141	1	2
Заряд для нижней полки		50×4	$\frac{4}{2} \cdot 4 = 8$ рядов	20	—
Соединительные шашки	—	—	Без расчета	—	4
Итого . . .				40	13

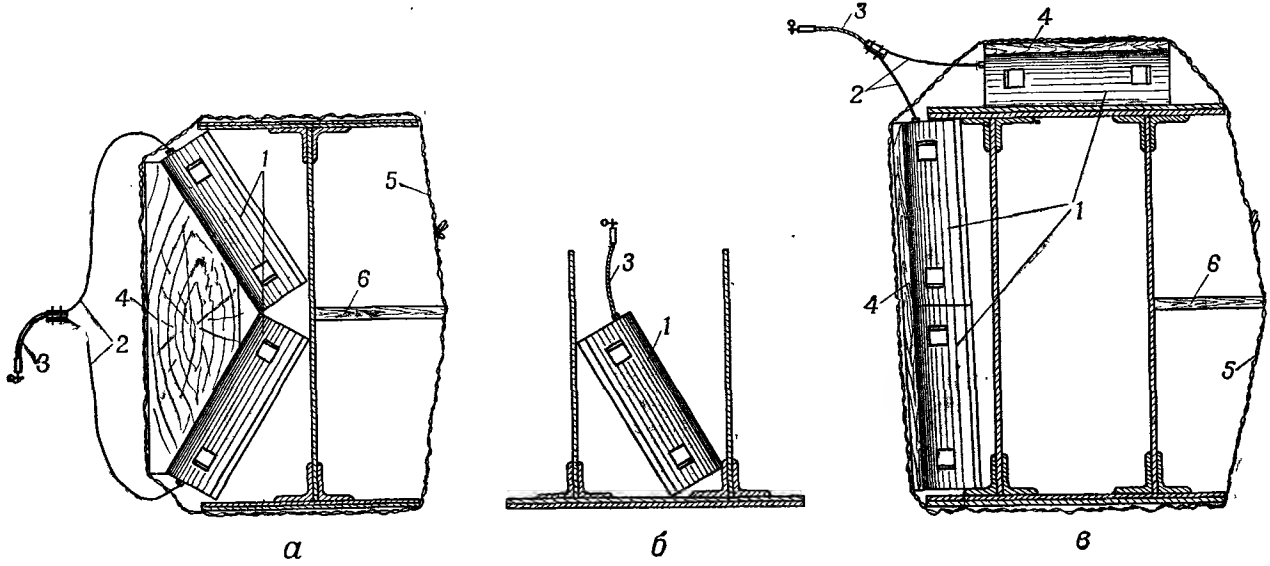


Рис. 81. Подрывание стальных балок удлиненными зарядами КЗУ:

а — балка двутаврового сечения, *б* — балка незамкнутого коробчатого сечения, *в* — балка замкнутого коробчатого сечения, *1* — заряды; *2* — отрезки детонирующего шнура с капсюлями-детонаторами, *3* — зажигательные трубки, *4* — дощатые накладки; *5* — проволока (тесьма); *6* — распорки

$^3/_4$ их окружности (рис. 82). Расчет зарядов производится по площади поперечного сечения стенок или по их толщине в соответствии с указаниями ст. 140.

Пример. Требуется перебить стальную пустотелую колонну цилиндрической формы диаметром 32 *см* при толщине стенки 2 *см*. Определить вес наружного заряда, необходимого для этой цели.

Определяем площадь поперечного сечения стенки

$$F \approx \pi Da = 3 \cdot 32 \cdot 2 = 192 \text{ см}^2.$$

Определяем вес заряда по формуле (22)

$$C = 20F = 20 \cdot 192 = 3840 \text{ г}.$$

Округляем до 4000 *г* (десять больших или двадцать малых тротиловых шашек). Такой заряд укладывается в виде одного ряда больших или двух рядов малых шашек, охватывая колонну почти по всей окружности.

Для подрывания стальных труб и пустотелых колонн удобнее применять кольцевые заряды из пластичного ВВ (см. рис. 68). Вес кольцевого заряда из пластита-4 принимается равным весу заряда из тротиловых шашек.

143. Стальные стержни, прутья, бруски и т. п. подрываются сосредоточенными зарядами, вес которых в зависимости от толщины подрываемых элементов определяется по формуле (22) или по формуле (23). Перебивание стержней круглого сечения диаметром до 2 *см* включительно целесообразно производить зарядами из тротила весом 200 *г* (одна малая шашка) или зарядами пластичного ВВ весом 100 *г*.

Вес заряда для перебивания стержней диаметром более 2 *см* определяется по формуле

$$C = 10D^3, \qquad (25)$$

где C — вес заряда в граммах;

D — диаметр стержня (прута) в сантиметрах.

Заряд должен располагаться так, чтобы он перекрывал всю ширину (диаметр) стержня и имел высоту не менее $2^1/_2$ толщины стержня.

Пример. Требуется перебить круглый стальной стержень (прут) диаметром 4,5 *см*. Определить вес заряда, необходимого для этой цели.

Определяем вес заряда по формуле (25)

$$C = 10D^3 = 10 \cdot 4{,}5^3 = 910 \text{ г}.$$

Округляем до 1000 *г* (две большие и одна малая или пять малых тротиловых шашек).

В случае применения пластита-4 для перебивания стальных стержней заряды рассчитываются, как заряды из тротиловых шашек, с уменьшением в два раза; укладка пластитового заряда на стержне показана на рис. 83.

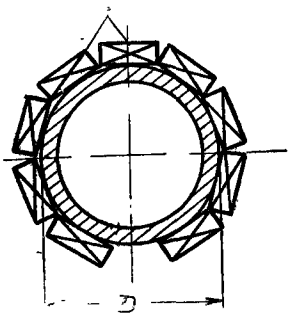


Рис. 82. Подрыванне пустотелой стальиой колоиины (трубы) иаружиым зарядом из тротнловых шашек:
1 — заряд

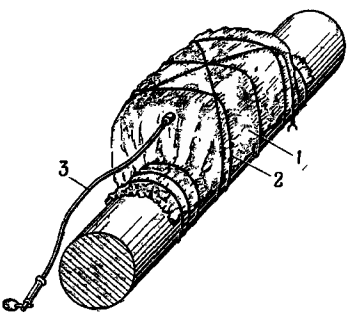


Рис. 83. Подрываине стального стержня зарядом из пластичиого ВВ:
1 — заряд из пластита-4, обернутый ткаиью; *2* — шпагат; *3* — зажигательная трубка

144. Стальные тросы перебиваются парными сосредоточенными зарядами из тротиловых шашек, прикрепляемыми с противоположных сторон троса, со сдвигом одного по отношению к другому (рис. 84). Взрыв обоих

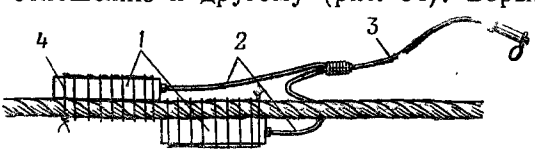


Рис. 84. Подрываиие стальиого троса парными сосредоточеинымн зарядами из тротиловых шашек:
1 — заряды; *2* — отрезки детоиирующего шиура; *3* — зажигательная трубка; *4* — шпагат (проволока)

зарядов должен производиться одновременно при помощи детонирующего шнура.

Вес каждого из двух зарядов, предназначаемых для перебивания троса, определяется в соответствии с указаниями ст. 143.

Пример. Требуется перебить стальной трос диаметром 2,5 *см*. Определнть количество ВВ, необходимое для этой цели.

Определяем вес одиого заряда по формуле (25)

$$C = 10D^3 = 10 \cdot 2{,}5^3 = 156 \text{ г}.$$

Округляем до 200 *г* (одиа малая тротиловая шашка).

Определяем вес двух зарядов (общее количество ВВ для перебивания троса)

$$2C = 2 \cdot 200 = 400 \text{ г} \text{ (две малые шашки)}.$$

Для перебивания тросов целесообразно применять кольцевые заряды из пластичного ВВ (рис. 85). Трос

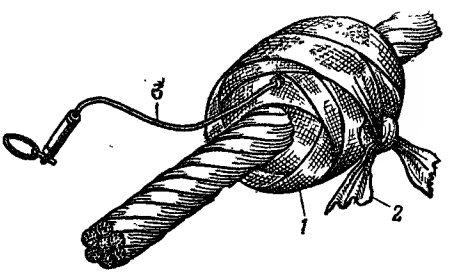


Рис. 85. Подрываиие стальиого троса кольцевым зарядом из пластичиого ВВ:
1 — заряд из пластита-4; *2* — креплеиия заряда биитом или тканевой лентой; *3* — зажигательная трубка

перебивается одним кольцевым зарядом, вес которого определяется по формуле (25) с уменьшением на $^1/_4$.

145. При подрывании стальных элементов под водой* (за исключением не заполненных водой труб или пустотелых колонн) вес контактных зарядов определяется в соответствии с указаниями ст. 140, 141, 143 и 144, но с увеличением в два раза (рис. 86, *а*).

Контактные заряды для подрывания погруженных в воду, но не заполненных ею стальных труб (пустотелых колонн) рассчитываются по ст. 142, но с уменьшением в полтора раза. Это указание относится также к расчету контактных подводных зарядов для подрывания стальной обшивки судов и стальных элемен-

* При подрывании стальных элементов заряды считаются подводными при любом их заглублеиии.

тов гидротехнических сооружений, омываемых водой только со стороны приложения зарядов (рис. 86, *б*).

При подрывании стальной обшивки судов контактными зарядами, располагаемыми с внутренней стороны конструкции (в трюме), вес зарядов определяется по ст. 140 с увеличением в четыре раза (рис. 86, *в*).

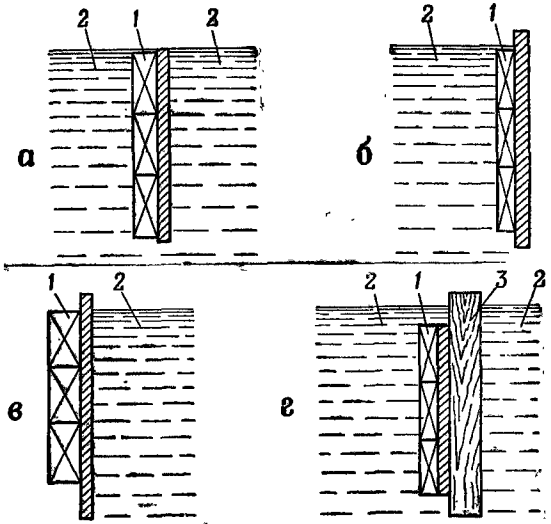


Рис. 86. Подрываиие стальиых элемеитов в воде:
а — вода с обеих сторон; *б* — вода со стороиы приложения заряда; *в* — вода со стороны, противоположиой заряду; *г* — вода с обеих сторон (со стороны, противоположной заряду,— деревяиный брусок); *1* — заряд; *2* — вода; *3* — деревяиный брусок

Перебивание стальных листов (полос, плит) под водой может быть обеспечено контактными зарядами, рассчитанными по ст. 140 без увеличения, если со стороны, противоположной заряду, к подрываемому элементу прикрепить деревянный брусок, а лучше — полую водонепроницаемую коробку (рис. 86, *г*). Размеры бруска (коробки) должны быть не меньше размеров заряда.

Для перебивания толстых (свыше 5 *см*) стальных и броневых листов под водой целесообразно при-

менять кумулятивные удлиненные заряды с полостями, защищенными от заполнения водой (рис. 87). Вес таких зарядов определяется по ст. 40, 44 и 140.

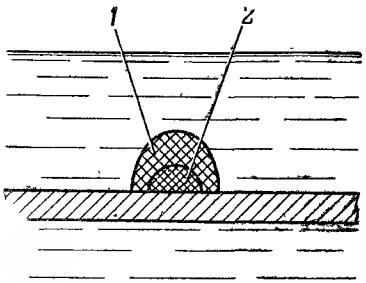


Рис. 87. Перебивание стального листа под водой кумулятивным удлиненным зарядом с защищенной полостью:
1 — заряд; *2* — вкладыш из пенопласта

Для подрывания под водой стальных балок применять фигурные заряды, охватывающие подрываемые элементы с нескольких сторон, нецелесообразно. Для балок небольших поперечных размеров наиболее целесообразно применять сосредоточенные заряды, а для крупных балок — фигурные заряды, перекрывающие их только с одной стороны (рис. 88); вес таких фигурных зарядов определяется по правилам расчета сосредоточенных зарядов (ст. 141).

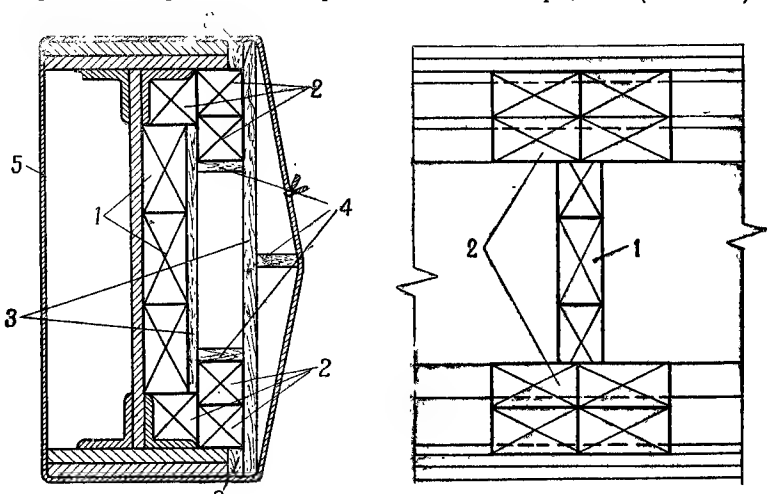


Рис. 88. По ывание двутавровой балки фигурным зарядом под водой:
1 — заряд для перебнвания стенки; *2* — заряды для перебнвания уголков и полок; *3* — дощатые накладки; *4* — распорки; *5* — жгут из проволоки (веревка)

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПОДРЫВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИРПИЧА, КАМНЯ, БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

146. Элементы конструкций из кирпича, камня, бетона и железобетона подрываются наружными контактными (сосредоточенными, удлиненными, кумулятивными) и неконтактными зарядами, а также внутренними зарядами, располагаемыми в нишах, бороздах, рукавах, скважинах, шпурах и т. п.

Примечание. **Нишей**, или камерой (а для удлиненного заряда бороздой), называют выработку (выемку) в конструкции, имеющую форму и размеры, близкие к форме и размерам заряда.

Рукавом называют горизонтальную или слегка наклонную выработку, глубина которой больше, чем глубина ниши, но не превышает 5,0 *м*; поперечное сечение рукавов или круглое диаметром не менее 10 *см*, или прямоугольное с размером сторон от 10 *см* и более.

Скважиной (трубой) называют цилиндрическое углубление диаметром более 7,5 *см* при глубине до 5 *м* или углубление той же формы и любого диаметра при глубине более 5 *м*.

Шпуром называют цилиндрическое углубление диаметром до 7,5 *см* и глубиной до 5 *м*.

Выделка ниш, рукавов, шпуров и других зарядных устройств* производится при помощи ручного и механизированного инструмента (приложение 12) или взрывным способом.

При взрывном способе выделки зарядных устройств применяются одиночные или последовательные взрывы кумулятивных зарядов, а также небольших сосредоточенных зарядов пластита-4, закладываемых в шпуры глубиной 5—10 *см*, предварительно выделанные при помощи инструментов или взрывами кумулятивных зарядов небольшого веса.

При заблаговременной подготовке объектов к подрыванию (когда подрывание с изменением обстановки может быть отменено) применять взрывной способ выделки зарядных устройств запрещается.

---

* Все выемки и углубления в конструкциях, выделываемые для закладки зарядов, обычно называются зарядными устройствами.

Наружные контактные заряды (в том числе и кумулятивные) применяются при ускоренном подрывании объектов и требуют большего расхода ВВ, чем внутренние заряды, применяемые при наличии достаточного времени на выполнение работ по выделке зарядных устройств. Заряды в шпурах целесообразно применять также и в тех случаях, когда недопустим значительный разлет крупных осколков.

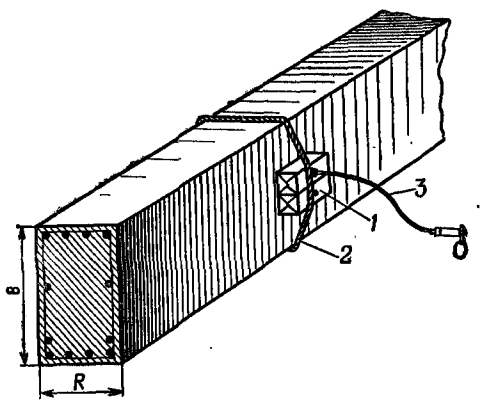


Рис. 89. Подрывание железобетонной балки наружным сосредоточенным зарядом:
1 — заряд; *2* — веревка (проволока); *3* — зажигательная трубка

Неконтактные заряды применяются в условиях сильно ограниченного времени на производство подрывных работ и в случаях необходимости подрывания сложных сооружений малым количеством зарядов.

147. Сосредоточенные контактные заряды (рис. 89) для подрывания кирпичных, каменных, бетонных и железобетонных конструкций типа колонн, столбов, балок и т. п. при ширине их, не превышающей удвоенную толщину, рассчитываются по формуле

$$C = ABR^3, \qquad (26)$$

где C — вес заряда в килограммах;
A — коэффициент, зависящий от свойств подрываемого материала и применяемого ВВ (табл. 19);

B — коэффициент, зависящий от расположения заряда и называемый коэффициентом забивки (табл. 20);

R — необходимый радиус разрушения в метрах *.

Таблица 19

Значение коэффициента прочности материалов A

(при ВВ нормальной мощности)

Наименование материала	Значение A	Примечание
Кирпичная кладка на известковом растворе:		
слабая	0,75	
прочная	1,00	
Кирпичная кладка на цементном растворе .	1,20	
Кладка из естественного камня на цементном растворе	1,40	
Бетон:		
строительный . . .	1,50	
фортификационный	1,80	
Железобетон:		
для выбивания бетона	5,00	Арматура не перебивается
для выбивания бетона с частичным перебиванием арматуры	20,0	Перебиваются ближайшие к зарядам прутья арматуры

Сосредоточенные контактные заряды для пробивания отдельных отверстий в плитах, стенах и подобных им конструкциях из кирпича, камня, бетона и железобетона рассчитываются по формуле (26) с увеличением в два—три раза **.

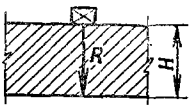
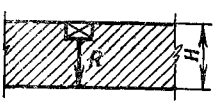
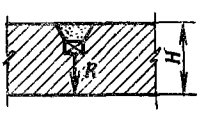
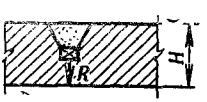
При наличии в пробиваемой конструкции (например, в конструкциях железобетонных фортификационных сооружений) противооткольной одежды в виде двутавро-

* Порядок отсчета радиусов разрушения показан в табл. 20.

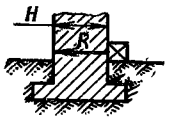
** Диаметр отверстий получается приблизительно равным удвоенной толщине пробиваемой конструкции.

Таблица 20

Значения коэффициента забивки B для различных случаев расположения зарядов

Схемы расположения и наименование зарядов	Значение коэффициента B		Расчетная величина радиуса разрушения
	без забивки	с забивкой	
Наружный заряд . . . 	9,0	5,0 (для железобетона 6,5)	$R = H$
Заряд в нише (заподлицо с поверхностью подрываемой конструкции) . . . . . 	5,0	3,5	$R = H$
Заряд в рукаве глубиной $^1/_3$ толщины подрываемой коиструкции 	1,7	1,5	$R = \frac{2}{3} H$
Заряд в середине подрываемой конструкции (в рукаве, скважине, камере) . . . . . 	1,3	1,15	$R = \frac{1}{2} H$

Продолжение

Схемы расположения и наименование зарядов	Значение коэффициента B		Расчетная величина радиуса разрушения
	без забивки	с забивкой	
Заряд у стенки (опоры) на грунте (на воде) 	5	2,5	$R = H$
Заряд в колодце за стенкой (в грунте) . .	3,5	2,0	$R = H$

Примечание. Для наружных зарядов толщина слоя забивки (из грунта, мешков с землей и т. п.) должна быть не меньше R.

вых балок, рельсов, швеллеров и т. п. сосредоточенные заряды, рассчитанные по формуле (26), увеличиваются в шесть раз.

Для пробивания узких отверстий в конструкциях указанного типа целесообразно применять сосредоточенные кумулятивные заряды, пробивная способность которых оценивается по табл. 2.

Если взрыв одного кумулятивного заряда не обеспечивает сквозного пробивания данной конструкции, то целесообразно производить на ней последовательное взрывание таких зарядов до получения сквозной пробоины.

Пример 1. Требуется выбить бетон из железобетонной колонны размерами 0,80×0,80 *м* в поперечном сечении. Определить вес наружного сосредоточенного заряда, необходимого для этой цели.

По табл. 19 и 20 находим соответствующие значения коэффициентов ($A = 5{,}0$ — для выбивания бетона; $B = 9$ — для наружного заряда без забивки).

Определяем вес заряда по формуле (26), принимая $R=0{,}8$ *м*:

$$C = ABR^3 = 5{,}0 \cdot 9 \cdot 0{,}8^3 \approx 23 \text{ кг}.$$

Пример 2. Требуется пробить сквозную брешь в покрытии железобетоиного фортификацииного сооружения толщиной 1,0 *м* без противооткольной одежды. Определнть вес иаружного (без забивки) сосредоточенного заряда, иеобходимого для этой цели.

По табл. 19 и 20 находим значения коэффициеитов ($A=5$; $B=9{,}0$).

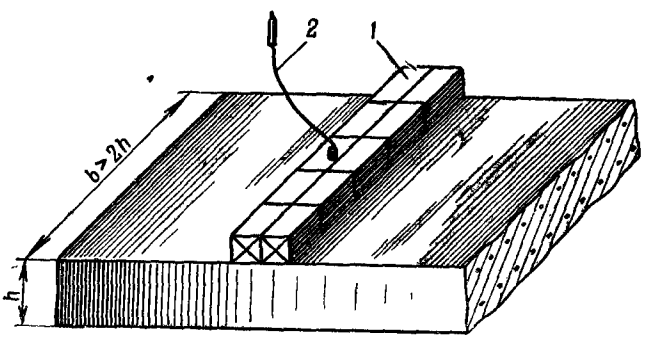


Рис. 90. Подрываиие железобетоиной плиты наружным удлииеиным зарядом:
1 — заряд; *2* — зажигательная трубка

Определяем вес заряда по формуле (26) с увелнчением в три раза

$$C = 3ABR^3 = 3 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 1{,}0^3 = 135 \text{ кг}.$$

148. Удлиненные заряды (рис. 90) применяются для подрывания кирпичных, каменных, бетонных и железобетонных конструкций, ширина которых более чем вдвое превышает их толщину, и рассчитываются по формуле

$$C = 0{,}5ABR^2l, \qquad (27)$$

где C, A, B и R — то же, что и в формуле (26);
l — длина заряда в метрах.

Для подрывания железобетонных элементов типа колонн, балок и плит целесообразно применять заряды из пластичного ВВ в мягкой оболочке (ст. 43). Количество нитей такого заряда определяется по табл. 21.

Таблица 21

Количество нитей удлиненного пластитового заряда для подрывания железобетонных элементов

Толщина элементов, *см*	Количество нитей заряда, шт.	
	для выбивания бетона	для выбивания бетона с частичным перебиванием арматуры
15	1	1
20	1	2
25	1	3
30	2	4
40	2	8
50	3	12
60	4	16

149. Шпуровые заряды (рис. 91) для подрывания конструкций из кирпича, камня, бетона и железобетона рассчитываются по формуле

$$C = Kh^3, \qquad (28)$$

где C — то же, что в предыдущей формуле;

K — коэффициент, зависящий от прочности и толщины подрываемой конструкции и от свойств применяемого ВВ (табл. 22);

h — глубина (длина) шпура в метрах.

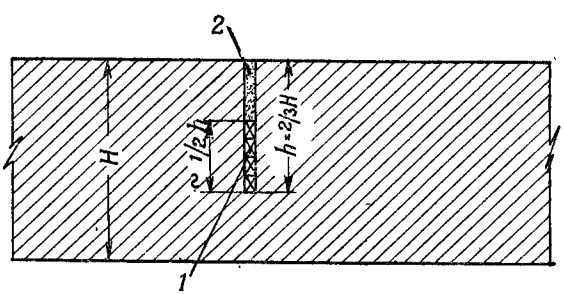


Рис. 91. Расположение шпурового заряда в подрываемом элемеите:

1 — заряд; *2* — забивка

Диаметр шпура должен быть таким, чтобы заряд заполнял его примерно на половину глубины.

Таблица 22

Значение коэффициента K для расчета шпуровых зарядов
(при ВВ нормальной мощности *)

Толщина подрываемой конструкции, *м*	Нормальная глубина шпуров, *м*	Значение коэффициента K			
		кирпичная кладка	каменная кладка	бетон	железобетон**
0,5	0,35	1,50	1,65	1,80	1,95
0,6	0,40	1,25	1,38	1,50	1,63
0,75	0,50	1,00	1,10	1,20	1,30
0,90	0,60	0,75	0,83	1,10	1,17
1,0—1,2	0,65—0,80	0,67	0,74	0,81	0,87
1,3—1,5	0,85—1,00	0,58	0,64	0,70	0,76
1,6—1,7	1,05—1,15	0,54	0,59	0,64	0,69
1,8—2,0	1,20—1,40	0,42	0,46	0,50	0,54

Пример 1. Требуется выбить бетон с частичным перебиванием арматуры из железобетоиной плиты толщиной 20 *см* и шириной 3,0 *м*. Определить вес иеобходимого для этой цели наружиого (без забивки) удлиненного заряда ВВ.

По табл. 19 и 20 находим зиачения коэффициеитов ($A=20$, $B=9$).

Определяем вес заряда по формуле (27), прииимая $R=0{,}2$ *м* и $l=3{,}0$ *м*.

$$C = 0{,}5ABR^2l = 0{,}5 \cdot 20 \cdot 9 \cdot 0{,}2^2 \cdot 3 = 10{,}8 \text{ кг}.$$

Округляем до 12,0 *кг* (трндцать больших тротиловых шашек, укладываемых в один ряд).

Пример 2. Кирпичная стена толщиной 0,75 *м* подрывается шпуровыми зарядами. Определить вес одного шпурового заряда ВВ иормальной мощиости.

По табл. 22 находим глубииу $h=0{,}5$ *м* и величину коэффициеита $K=1{,}00$.

Определяем вес заряда по формуле (28)

$$C = Kh^3 = 1{,}00 \cdot 0{,}5^3 = 0{,}125 \text{ кг}.$$

Округляем до 0,150 *кг* (две буровые тротиловые шашки).

150. Сосредоточенные и удлиненные заряды, вес которых определяется по формулам (26) и (30) даже при наибольшей величине коэффициента A (табл. 19), все же

* Для аммонитов значеиия K увеличиваются в 1,2 раза.

** Разрушение бетоиа без перебивания арматуры (ие считая прутков, располагающихся в иепосредствеиной близости от шпуров).

не обеспечивают перебивания всей арматуры подрываемых железобетонных элементов.

Обеспечение наиболее полного перебивания арматуры достигается рациональным расположением зарядов. В большинстве случаев целесообразно делить заряд на две части, располагая их с двух сторон подрываемого элемента как можно ближе к основной массе прутков рабочей арматуры (рис. 92).

При очень мощной гибкой арматуре или при наличии жесткой арматуры полное перебивание железобетонных элементов не обеспечивается и при указанном расположении зарядов, если вес их определен по формулам (26) и (30). В этих случаях железобетонные элементы при необходимости перебивания всей их арматуры (в практике такая необходимость встречается редко) считаются состоящими сплошь из стали и заряды для их подрывания рассчитываются в соответствии с указаниями ст. 140.

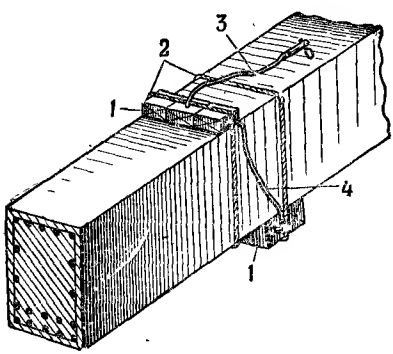


Рис. 92. Расчлененное расположение заряда на подрываемой железобетонной балке:

1 — части заряда; *2* — веревка (проволока); *3* — зажигательная трубка; *4* — отрезок детонирующего шнура с капсюлями-детонаторами на концах

В целях экономии ВВ в некоторых случаях (например, при разделке обрушенных железобетонных сооружений) применяется раздельное (последовательное) подрывание бетона и арматуры. Взрывом первого заряда, рассчитанного по формуле (26) или (27) на выбивание бетона, образуется брешь в подрываемом элементе, а взрывом второго заряда, вес которого определяется по ст. 140, перебивается арматура; при расчете второго заряда учитывается только часть площади поперечного сечения элемента, содержащая основную массу арматуры (рис. 93).

Для подрывания железобетонных элементов конструкций с перебиванием основной массы арматуры

целесообразно применять удлиненные кумулятивные заряды КЗУ. Пробивная способность этих зарядов определяется по табл. 2.

151. Неконтактные заряды для подрывания кирпичных, каменных, бетонных и железобетонных колонн (столбов) и балок рассчитываются по формуле

$$C = 10Ahr^2, \qquad (29)$$

где C — вес заряда в килограммах;
A — коэффициент, зависящий от свойств подрываемого материала и применяемого ВВ (табл. 19);
h — толщина подрываемого элемента в метрах;
r — расстояние между центром заряда и осью подрываемого элемента в метрах.

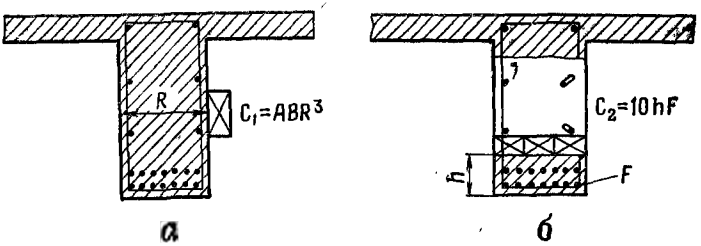


Рис. 93. Раздельное (последовательное) подрывание бетона и арматуры:
а — выбивание бетона (первый взрыв); *б* — перебивание арматуры (второй взрыв); C_1 и C_2 — заряды; F — площадь поперечного сечения наиболее густо армированного участка

Неконтактные заряды для пробивания отверстий в плитах и стенах из кирпича, камня и неармированного бетона рассчитываются по формуле (29) с увеличением в три раза.

Пример. Требуется пробить отверстие в кирпичной стене (на цементном растворе) толщиной 0,60 *м* с расстоянием 2,0 *м*. Определить вес неконтактного заряда, необходимого для этой цели.

По табл. 19 находим коэффициент $A = 1{,}20$.

Определяем вес заряда по формуле (29) с увеличением в три раза:

$$C = 3 \cdot 10 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}6 \cdot 2^2 \approx 85 \text{ кг}.$$

152. При подрывании конструкций из кирпича, камня и бетона под водой контактными зарядами вес последних определяется по ст. 147 и 148 без изменений. Кон-

гактные заряды для подрывания под водой железобетонных элементов рассчитываются по указаниям тех же статей, но с увеличением в полтора раза. При этом заряды считаются подводными независимо от глубины их погружения в воду.

Неконтактные заряды для подрывания под водой конструкций из кирпича, камня, бетона и железобетона рассчитываются по формуле (29) с уменьшением в полтора раза, если глубина погружения зарядов составляет не менее половины расчетного расстояния (расстояния от центра заряда до оси подрываемого элемента).

ГЛАВА V

ПОДРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ГРУНТАХ И СКАЛЬНЫХ ПОРОДАХ

153. Подрывные работы в грунтах и скальных породах производятся в целях:

— инженерного оборудования позиций (отрывка траншей, ходов сообщения, укрытий, котлованов для фортификационных сооружений и т. п.);

— устройства заграждений;

— строительства дорог, земляных плотин и других инженерных сооружений;

— устройства колодцев, шахт, галерей и других подземных выработок;

— разрушения фортификационных сооружений противника;

— добычи строительных материалов (камня, щебня и т. п.).

Подрывные работы выполняются путем:

— разрушения и выброса грунта (породы);

— рыхления грунта (породы) без выброса;

— образования пустот (полостей) в массиве грунта (породы).

154. Соответственно перечисленным способам выполнения подрывных работ в грунтах и скальных породах применяемые для этого заряды ВВ делятся на следующие виды:

— заряды выброса;

— заряды рыхления;

— камуфлеты (заряды для образования пустот и разрушения подземных и заглубленных сооружений).

По форме заряды перечисленных видов могут быть

сосредоточенными или удлиненными. При подрывании грунтов и скальных пород удлиненными считаются такие заряды, длина которых превышает их наименьшие поперечные размеры в 30 раз и более.

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ

155. Наиболее сильное разрушительное и метательное действие взрыва заряда ВВ, помещенного в грунт

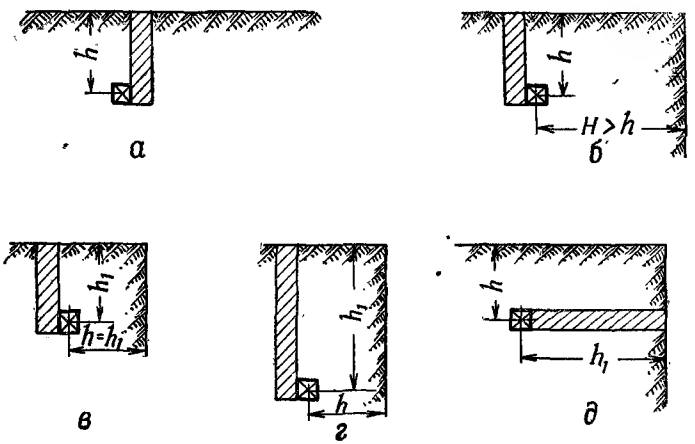


Рис. 94. Соотношения между линией наименьшего сопротивления h и глубиной заложения заряда h_1:

а и *б* — линия наименьшего сопротивления и глубина заложения совпадают; *в* — линия наименьшего сопротивления равна глубине заложения; *г* и *д* — линия наименьшего сопротивления меньше глубины заложения

или скальную породу, наблюдается в направлении ближайшей к заряду свободной поверхности. В этом направлении подрываемый грунт (порода) оказывает наименьшее сопротивление действию взрыва.

Расстояние от центра заряда до ближайшей к нему свободной поверхности, ограничивающей массив грунта (породы), называется линией наименьшего сопротивления (ЛНС).

При закладке заряда со стороны ближайшей свободной поверхности линия наименьшего сопротивления является одновременно и глубиной заложения заряда (рис. 94).

156. Разрушительное действие взрыва заряда, зало-

женного в грунт или скальную породу, характеризуется **показателем действия взрыва** n, представляющим собой отношение радиуса r (половины ширины) воронки к линии наименьшего сопротивления h (рис. 95):

$$n = \frac{r}{h}. \tag{30}$$

Для зарядов выброса $n > 1{,}0$; для зарядов рыхления $n < 1{,}0$; к камуфлетам относятся заряды, вес которых соответствует нулевому показателю действия взрыва (наибольший камуфлет), а также все заряды меньшего веса.

В целях наиболее экономного расходования ВВ при расчете зарядов выброса целесообразно принимать:

— для сосредоточенных зарядов $n = 1{,}5 \div 3{,}0$ (наивыгоднейшее значение $n \approx 2{,}0$);

— для удлиненных зарядов $n = 2{,}0 \div 3{,}5$ (наивыгоднейшее значение $n \approx 2{,}7$).

157. Сосредоточенные заряды для устройства воронок в грунтах и скальных породах рассчитываются по формуле

$$C = KMh^3, \tag{31}$$

а удлиненные заряды для образования рвов (траншей) — по формуле

$$C_y = \frac{C}{l_0} = KM_y h^2, \tag{32}$$

где C — вес сосредоточенного или полный вес удлиненного заряда в килограммах;

C_y — погонный вес (вес 1 *пог. м*) удлиненного заряда в килограммах;

l_0 — полная длина удлиненного заряда в метрах;

K — удельный расход взрывчатого вещества, зависящий от свойств грунта (материала) и применяемого ВВ (табл. 23); *

M и M_y — коэффициенты, зависящие от показателя действия взрыва (табл. 24);

h — линия наименьшего сопротивления в метрах.

---

* В возможных случаях рекомендуется уточнять значение K пробными взрывами.

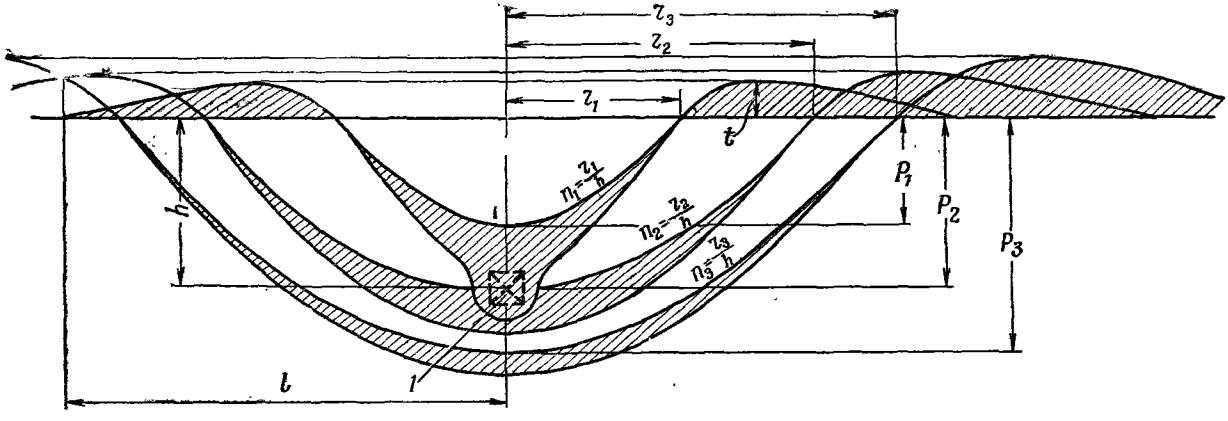


Рис. 95. Схема воронок выброса при различных значениях показателя действия взрыва:
l — положение заряда

Таблица 23

Значения удельного расхода взрывчатого вещества K
(при ВВ нормальной мощности *)

Наименование грунтов и скальных пород	Значение K, $кг/м^3$
Свеженасыпанная рыхлая земля	0,37—0,47
Растительный грунт	0,47—0,81
Супесок	0,80—1,10
Суглинок	0,97—1,19
Песок плотный или влажный	1,19—1,27
Глина	1,17—1,28
Сыпучий песок	1,51—1,69
Крепкие глины, лёсс, мел, гипс, туфы трещиноватые, плотная тяжелая пемза, конгломерат и брекчии на известковом цементе	1,28—1,50
Песчаник на глинистом цементе, слаиец глинистый, известняк, мергель, плотная карбоновая глина	1,28—1,64
Песчаник на известковом цементе, доломит, известняк, магиезит, крепкий мергель	1,28—1,78
Крепкие песчаники и известняки	1,36—2,00
Гранит, граиодиорит	1,78—2,28
Кварцит	1,78—2,00
Базальт, андезит	1,78—2,28
Порфирит	2,00—2,15
Бетон строительный	2,00—2,60
Железобетон (выбивание бетона)	6,8

* Для аммонитов значения K увеличиваются в 1,2 раза, а для аммиачной селитры и динамонов — в 1,8 раза.

Если линия наименьшего сопротивления h превышает 25 *м*, то вес сосредоточенного заряда, определенный по формуле (31), умножается на коэффициент $0{,}2\sqrt{h}$ (где h в метрах).

Удлиненные заряды, располагаемые перпендикулярно или наклонно к свободной поверхности, при их длине, не превышающей 30÷40 поперечных размеров, рассчитываются, как сосредоточенные.

Пример. Определить вес сосредоточенного заряда C для образования воронки радиусом $r=3{,}5$ *м* в суглинке при заложении заряда на глубине $h=1{,}75$ *м*.

По табл. 23 для суглинка находим $K=0{,}97\div1{,}19$; принимаем среднее значение $K=1{,}08$.

Таблица 24

Значения коэффициентов M и M_y

$n = 0 \div 1{,}00$

n	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
M	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00
M_y	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,66	0,70	0,73	0,78	0,82	0,87	0,92

$n = 1{,}05 \div 2{,}00$

n	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
M	1,09	1,19	1,29	1,41	1,54	1,67	1,82	1,98	2,16	2,35	2,55	2,77	3,00	3,25	3,52	3,81	4,12	4,45	4,80	5,17
M_y	0,97	1,03	1,08	1,15	1,21	1,29	1,35	1,43	1,51	1,59	1,67	1,76	1,85	1,95	2,04	2,14	2,25	2,35	2,48	2,59

$n = 2{,}05 \div 3{,}00$

n	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,90	2,95	3,00
M	5,59	5,99	6,41	6,91	7,42	7,95	8,51	9,11	9,74	10,4	11,1	11,8	12,6	13,4	14,3	15,2	16,1	17,1	18,1	19,2
M_y	2,70	2,82	2,95	3,08	3,21	3,35	3,48	3,63	3,78	3,94	4,08	4,25	4,40	4,57	4,76	4,92	5,09	5,28	5,46	5,65

$n = 3{,}1 \div 5{,}0$

n	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,00
M	21,5	24,1	26,8	29,8	33,0	36,5	40,3	44,4	48,8	53,5	56,6	64,0	69,8	76,0	82,6	89,6	97,1	105	113	122
M_y	6,04	6,45	6,87	7,32	7,77	8,25	8,72	9,20	9,75	10,30	10,85	11,42	12,00	12,6	13,24	13,9	14,55	15,18	15,95	16,65

$n = 5{,}5 \div 20{,}0$

n	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
M	175	243	330	438	571	732	924	1151	1418	1727	2494	3483	4747	6315	8233	10548	13309	16566	20372	24780
M_y	20,4	24,8	29,6	34,8	40,5	46,7	53,5	60,64	68,60	76,69	94,85	115,2	137,7	162,6	189,8	219,1	251,0	285,3	322,0	361,2

По формуле (30) вычисляем показатель действия взрыва

$$n = \frac{r}{h} = \frac{3{,}5}{1{,}75} = 2{,}0.$$

По табл. 24 для $n=2{,}0$ находим значение коэффициеита $M=5{,}17$. По формуле (31) определяем вес заряда

$$C = KMh^3 = 1{,}08 \cdot 5{,}17 \cdot 1{,}75^3 = 30{,}0 \text{ кг}.$$

158. Для определения размеров воронок (радиуса r и видимой глубины p) при взрыве в грунте американ-

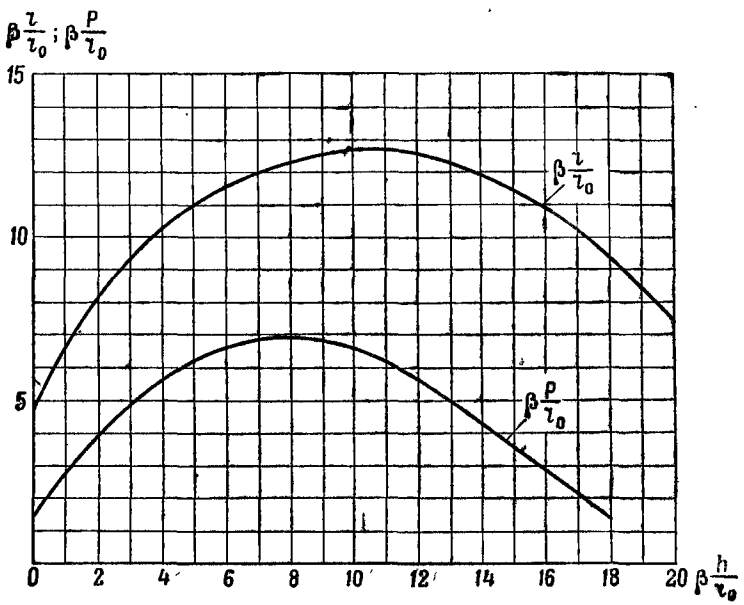


Рис. 96. График для определения размеров воронок при взрыве ядериых зарядов в грунте

ских ядерных зарядов можно пользоваться таблицей 25 и графиком (рис. 96).

Определение размеров воронок производится в следующем порядке:

— по табл. 25 определяется радиус эквивалентного заряда r_0 и коэффициент β в зависимости от тротилового эквивалента ядерного заряда C;

Таблица 25

Значения радиуса эквивалентного тротилового заряда r_0 и коэффициента β

Тротиловый эквивалент ядерного заряда C, тыс. $т$	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Радиус эквивалентного тротилового заряда r_0, $м$	4,25	7,26	9,15	10,45	11,6	12,4	13,21	13,89	14,55	15,12	15,65
Коэффициент β	1,0	1,067	1,096	1,114	1,127	1,138	1,146	1,152	1,159	1,164	1,169

— вычисляется относительная глубина заложения ядерного заряда $\beta \frac{h}{r_0}$, где h — действительная глубина его заложения (в метрах);

— по графику (рис. 96) определяются относительный радиус $\beta \frac{r}{r_0}$ и относительная видимая глубина воронки $\beta \cdot \frac{p}{r_0}$.

Действительные значения радиуса воронки и ее глубины находятся умножением относительных величин на $\frac{r_0}{\beta}$.

Пример. Ядерный заряд мощностью 10 тыс. *т* заложен в грунт на глубину 10 *м*. Определить радиус и видимую глубину воронки от взрыва этого заряда.

По табл. 25 определяем радиус эквивалентного заряда $r_0 = 9{,}15$ *м* и коэффициент $\beta = 1{,}096$.

Относительная глубина заложения заряда составляет

$$\beta \cdot \frac{h}{r_0} = 1{,}096 \cdot \frac{10}{9{,}15} = 1{,}198.$$

По графику (рис. 96) определяем относительный радиус воронки $\beta \cdot \frac{r}{r_0} = 7$ и относительную видимую глубину $\beta \cdot \frac{p}{r_0} = 2{,}9$.

Действительный радиус воронки составит

$$r = 7 \cdot \frac{r_0}{\beta} = 7 \cdot \frac{9{,}15}{1{,}096} = 58{,}8 \text{ м}.$$

Действительная видимая глубина воронки будет равна

$$p = 2{,}9 \cdot \frac{r_0}{\beta} = 2{,}9 \cdot \frac{9{,}15}{1{,}096} = 24{,}2 \text{ м}.$$

159. При подрывании разнородных (слоистых) **грунтов** и скальных пород расчет зарядов производится по ст. 157, но при измененном расчетном значении удельного расхода ВВ $K_{\text{расч}}$, которое определяется по формуле

$$K_{\text{расч}} = \frac{K_1 z_1 \frac{z_1}{2} + K_2 z_2 \left(z_1 + \frac{z_2}{2}\right) + K_3 z_3 \left(z_1 + z_2 + \frac{z_3}{2}\right) + \ldots}{h \cdot \frac{h}{2}}, \quad (33)$$

где K_1, K_2, K_3 — значения удельного расхода K для первого, второго, третьего и т. д. слоев;

z_1 z_2, z_3 — толщина первого, второго, третьего и т. д. слоев.

Нумерация слоев производится снизу вверх, как указано на рис. 97; при этом толщины всех слоев, кроме первого, измеряются непосредственно, а толщина первого слоя вычисляется по формуле

$$z_1 = h - (z_2 + z_3 + \ldots). \qquad (34)$$

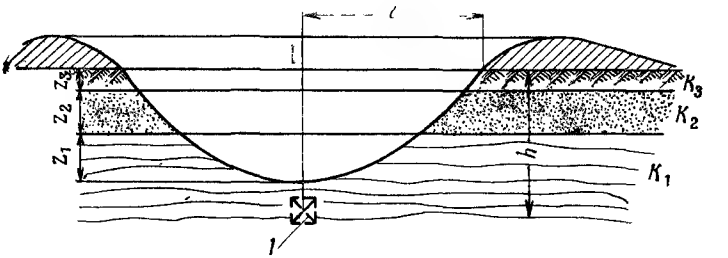


Рис. 97. Схема определения расчетиого удельного расхода ВВ $K_{\text{расч}}$:
1 — положение заряда

Пример. Определить расчетиое значение удельного расхода ВВ $K_{\text{расч}}$ для случая устройства воронки в двухслойной среде, если верхний слой — бетонное покрытие ($K_2=2{,}12$) толщиной $z_2=0{,}3$ *м*, а нижний слой — суглинок ($K_1=1{,}15$). Глубина заложения заряда $h=2{,}3$ *м*.

По формуле (34) находим z_1. Так как количество слоев равио двум, то

$$z_1 = h - z_2 = 2{,}3 - 0{,}3 = 2{,}0 \text{ м}.$$

По формуле (33) определяем $K_{\text{расч}}$:

$$K_{\text{расч}} = \frac{K_1 z_1 \cdot \frac{z_1}{2} + K_2 z_2 \left(z_1 + \frac{z_2}{2}\right)}{h \cdot \frac{h}{2}} =$$

$$= \frac{1{,}15 \cdot 2 \cdot \frac{2}{2} + 2{,}12 \cdot 0{,}3 \left(2 + \frac{0{,}3}{2}\right)}{2{,}3 \cdot \frac{2{,}3}{2}} = \frac{2{,}3 + 1{,}37}{2{,}65} = 1{,}38.$$

160. Для мерзлых грунтов (глин, суглинков, супесей и других связных грунтов) значение K, определенное по табл. 23, увеличивается в полтора раза. При толщине мерзлого слоя меньше необходимой глубины заложения заряда расчетное значение удельного

расхода ВВ $K_{\text{расч}}$ определяется по формуле (33), как для двухслойной среды.

Для скальных пород и сухих несвязных грунтов (галька, дресва, щебень, песок), не способных увеличивать при замерзании свою первоначальную прочность, K во всех случаях принимается по табл. 23.

161. Для определения радиуса воронки r по заданному весу сосредоточенного заряда C и по известной линии наименьшего сопротивления h поступают следующим образом:

— по табл. 23 находят значение K; в случае многослойной среды по формуле (33) вычисляют $K_{\text{расч}}$;

— по формуле (31), пользуясь известными значениями C, K и h, вычисляют коэффициент $M = \frac{C}{Kh^3}$;

— по табл. 24 для вычисленного значения коэффициента M находят значение показателя действия взрыва n;

— по формуле (30), подставляя в нее найденное значение n и известную величину h, определяют радиус воронки

$$r = nh.$$

Пример. Заряд весом 25 *кг* заложен на глубину 2,3 *м* в суглинок под бетонное покрытие, толщиина которого 0,3 *м*. Определить радиус воронки от взрыва этого заряда.

Значение $K_{\text{расч}}$ для рассматриваемого случая определено в предыдущем примере ($K=1{,}38$).

$$M = \frac{C}{Kh^3} = \frac{25}{1{,}38 \cdot 2{,}3^3} = 1{,}49.$$

Показатель действия взрыва (по табл. 24) $n=1{,}23$.

Раднус воронки $r = n \cdot h = 1{,}23 \cdot 2{,}3 = 2{,}8$ *м*.

Для определения ширины рва по заданному погонному весу удлиненного заряда C_y и по известной линии наименьшего сопротивления h поступают аналогичным образом, но вычисление коэффициента M_y ведут по формуле (32). Длина (поверху) рва, образуемого взрывом удлиненного заряда, определяется по формуле

$$L = l_0 + \frac{B}{2}, \qquad (35)$$

где l_0 — длина заряда;

$B = 2r$ — ширина рва.

162. При выбросе грунта (породы) вверх некоторая часть его падает обратно в воронку. Вследствие этого видимая (окончательная) глубина воронки всегда будет меньше ее первоначальной глубины. Наибольшая видимая глубина воронки p определяется по формуле *

$$p = anh = ar, \tag{36}$$

где a — коэффициент, зависящий от свойств грунта; он равен: для сухого песка — 0,40—0,45; для влажного песка, супеска и суглинка — 0,45—0,55; для глины — 0,50—0,60; для скальных пород и бетона — 0,6—0,7.

В скальных породах и бетоне при $n \geqslant 2$ видимая глубина воронки p равна линии наименьшего сопротивления h.

Основная часть грунта, разбрасываемого в стороны, падает в непосредственной близости от воронки (см. рис. 95), образуя кольцевой вал вокруг нее. Наибольшая высота вала t может быть определена по формуле

$$t = 0{,}15r, \tag{37}$$

а наибольшая дальность развала породы (или радиус внешней границы вала) — по формуле

$$l = (5 \div 7)\, r. \tag{38}$$

За пределами кольцевого вала падают только отдельные куски грунта (породы). Дальность разброса их зависит от величины показателя действия взрыва и от структуры грунта. Наибольшая дальность разлета отдельных кусков определяется по формуле

$$L = 140n\sqrt{h}. \tag{39}$$

При наличии камней в грунте дальность разлета отдельных кусков может увеличиться в полтора раза. При сильном ветре дальность разлета крупных кусков грунта в направлении ветра увеличивается на 25—50%.

163. При взрыве зарядов, расположенных на поверхности грунта (наружные заряды), также образуются

* Формула показывает, что взрывом в грунте (породе) нельзя образовать воронку с любым произвольно заданным отношением ее глубины к радиусу.

выемки: от сосредоточенного заряда — воронка в виде параболоида, от удлиненного заряда — ров треугольного профиля.

Вес наружных зарядов, необходимых для образования воронок (рвов) в грунтах и скальных породах, определяется по формулам

$$C = 18Kr^3 \tag{40}$$

и

$$C_у = 7Kr^2, \tag{41}$$

где C, $C_у$ и K — то же, что и в формулах (31) и (32);
r — радиус воронки или половина ширины рва в метрах.

Видимая глубина воронки (рва) p и в данном случае определяется по формуле (36), но для бетона принимается $a = 0{,}15—0{,}20$.

Формулы (40) и (41) применяются также и при расчете наружных зарядов для устройства воронок и рвов в грунтах с искусственными покрытиями; величина коэффициента K принимается в данном случае по материалу покрытий (табл. 19).

164. При взрыве зарядов, помещенных в грунт (породу), на поверхности грунта не всегда образуются воронки. Минимальная глубина заложения заряда, при которой воронка на свободной поверхности не образуется ($n = 0$), а наблюдается только некоторое вспучивание грунта (породы), называется критической глубиной.

Заряд, заложенный на критической глубине $h_{крит}$, называется предельным зарядом рыхления или наибольшим камуфлетом. Заряды, расположенные на глубинах, превышающих критическую глубину, называются камуфлетами.

Вес предельных зарядов рыхления (наибольших камуфлетов) определяется по формулам (31) и (32) при показателе действия взрыва $n = 0$.

Механическое действие взрыва камуфлета (рис. 98) выражается:

— в образовании полости (пустоты) или зоны вытеснения грунта (породы);

— в дроблении (разрушении) грунта (породы) с нарушением связности частиц в пределах определенной зоны, называемой зоной разрушения;

— в сотрясении грунта (породы) с разрушением или повреждением расположенных в нем сооружений в пределах некоторой зоны, называемой зоной опасного сотрясения.

Указанные зоны при сосредоточенных зарядах имеют форму сферы, а при удлиненных зарядах — форму эллипсоида.

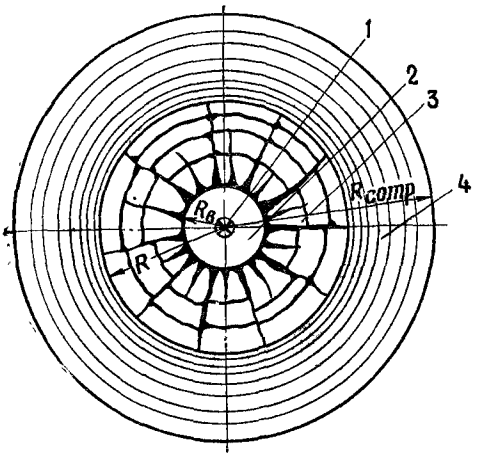


Рис. 98. Схема механического действия взрыва камуфлета:
1 — заряд; *2* — зона вытеснения; *3* — зона разрушения; *4* — зона опасного сотрясения

165. Радиус зоны вытеснения грунта (породы), образуемой взрывом камуфлета $R_{выт}$ (в метрах), определяется по формуле

$$R_{выт} = mr_0, \qquad (42)$$

где m — коэффициент, зависящий от свойств ВВ и формы заряда (табл. 26);

r_0 — радиус заряда в метрах.

Радиус заряда r_0 вычисляется по формулам:

— для сосредоточенных зарядов

$$r_0 = \frac{\sqrt[3]{C}}{18{,}7}; \qquad (43)$$

— для удлиненных зарядов

$$r_0 = \frac{\sqrt{C_y}}{70}. \qquad (44)$$

Таблица 26

Значения коэффициента m

(при ВВ нормальной мощности *)

Наименование грунтов и скальных пород	Значения m	
	для сосредоточенных зарядов	для удлиненных зарядов
Глина пластичная	11,2—12,9	37,5—46,0
Глина обычная	6,4—9,8	16,3—30,8
Мергель мягкий	5,4—7,6	12,5—20,6
Глина ломовая темно-синяя; песчанистая глина; суглинок тяжелый	4,8—6,6	10,4—17,1
Мел мягкий; ракушечник . .	3,8—4,6	7,4—10,0
Мергель средней крепости; доломит мергелистый; известняк мягкий, сильно трещиноватый	1,8—3,2	2,4— 5,6
Гипс мелкозернистый; сланцы крепкие; гранит сильно трещиноватый; известняк средней трещиноватости	1,8—2,9	2,4— 4,9
Гранит средней трещиноватости; кварциты плотные; известняк плотный; песчаник; доломит	1,6—2,5	2—4
Мрамор; известняки крепкие; гранит плотный; гипс крупнозернистый; доломит крепкий	1—2	1—3

166. Радиус зоны разрушения грунта R (в метрах), образующейся при взрыве камуфлета, определяется по формулам:

— для сосредоточенных зарядов

$$R = 1{,}13\sqrt[3]{\frac{C}{K}}; \qquad (45)$$

* Для аммонитов значения m уменьшаются на 10%, а для аммиачной селитры и динамонов — на 15%.

— для удлиненных зарядов

$$R = 1{,}2\sqrt{\frac{C_у}{K}}. \qquad (46)$$

Радиус зоны разрушения, образуемой в грунте (породе) взрывом заряда рыхления или заряда выброса, определяется по формулам:

— для сосредоточенных зарядов

$$R = 1{,}13\sqrt[3]{\frac{C}{K}}\left(1 - \frac{n}{18}\right); \qquad (47)$$

— для удлиненных зарядов

$$R = 1{,}2\sqrt{\frac{C_у}{K}}\left(1 - \frac{\sqrt[3]{n}}{3}\right). \qquad (48)$$

167. Величина радиуса зоны опасного сотрясения $R_{сотр}$ зависит от веса взрываемого заряда C, от характеристики грунта (породы) K и от прочности расположенного в нем сооружения, для которого должна быть определена эта величина.

Для сооружений из дерева, кирпича и бутового камня, расположенных в обычных (земляных) грунтах, радиус зоны опасного сотрясения примерно в полтора раза больше радиуса зоны разрушения грунта.

Для железобетонных сооружений, расположенных в земляных грунтах, радиус зоны опасного сотрясения может быть принят примерно равным радиусу зоны разрушения грунта.

За внешней границей зоны опасного сотрясения простирается зона безопасности, наименьший радиус которой равен радиусу зоны опасного сотрясения. Чтобы сооружение не было разрушено или повреждено взрывом, его необходимо располагать так, чтобы оно находилось за пределами зоны опасного сотрясения.

Пример. Невзорвавшаяся авиабомба с зарядом тротила весом 500 *кг* проникла в грунт (суглинок) на глубину 11 *м*. На расстоянии 15 *м* от бомбы находится фундамент здания. Требуется определить, можно ли уничтожить бомбу на месте и будет ли образована воронка в грунте.

Приннмаем для суглинка $K=1{,}15$ *кг/м*³. Пользуясь формулой (31), находим

$$M=\frac{C}{Kh^3}=\frac{500}{1{,}15\cdot 11^3}=0{,}33.$$

По табл. 24 при $M=0{,}33$ $n=0$. Следовательно, при взрыве бомбы на поверхности грунта воронка не образуется (заряд соответствует наибольшему камуфлету).

Радиус зоны опасного сотрясения определяется по формуле (45) с увеличением в полтора раза:

$R=1{,}5\cdot 1{,}13\sqrt[3]{\frac{500}{1{,}15}}=13{,}5$ *м*, что меньше 15 *м*; следовательно, фуидамент здания находится на безопасном расстоянии.

ПОДРЫВАНИЕ ГРУНТОВ И СКАЛЬНЫХ ПОРОД НА ВЫБРОС

168. Подрывание грунтов (пород) на выброс применяется для устройства отдельных воронок, противотанковых рвов, канав, дорожных выемок и котлованов для различных сооружений.

В зависимости от размеров и конфигурации (в плане) проектируемых выемок работы по выбросу грунтов (пород) могут производиться:

— взрывами одиночных сосредоточенных или удлиненных зарядов;

— одновременным взрывом нескольких сосредоточенных зарядов, расположенных в один или несколько параллельных рядов;

— одновременным взрывом нескольких удлиненных зарядов, расположенных параллельно друг другу.

169. Взрывы одиночных сосредоточенных зарядов применяются для устройства отдельных воронок и котлованов для небольших сооружений. Взрывы одиночных удлиненных зарядов применяются для образования канав и противотанковых рвов треугольного или близкого к нему профиля. Расчет зарядов производится по ст. 157.

170. Одновременный взрыв нескольких сосредоточенных зарядов, расположенных в один ряд (рис. 99), применяется для устройства сплошных выемок (рвов, канав) треугольного или близкого к нему профиля.

Расчет зарядов в зависимости от необходимого радиуса воронки r, принимаемого равным половине ширины рва, и от принятой линии наименьшего сопротивле-

ния h производится по формуле (31); при этом показатель действия взрыва n принимается равным 1,5—2,0.

Заряды в ряду располагаются на нормальных расстояниях a_n один от другого, определяемых по формуле

$$a_n = 0{,}7h\sqrt{n^2+1} \qquad (49)$$

или по табл. 27.

При нормальных расстояниях между зарядами видимая глубина выемки равна видимой глубине воронки,

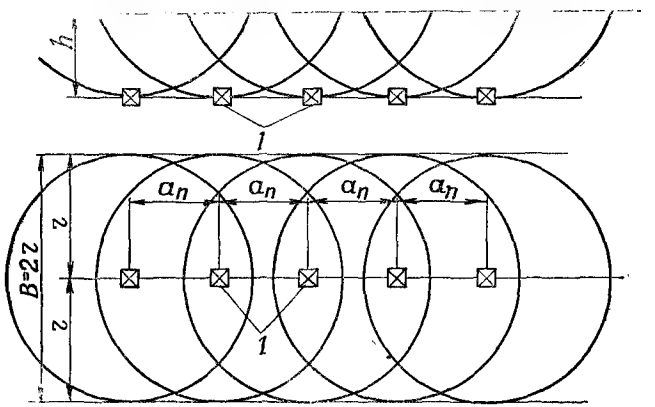


Рис. 99. Схема расположения сосредоточенных зарядов в один ряд:
1 — заряды

получающейся при взрыве одиночного сосредоточенного заряда, и определяется по формуле (36). Сближение зарядов на расстояния меньше нормальных приводит лишь к незначительному увеличению глубины выемки. При увеличении же расстояний между зарядами глубина выемки уменьшается, между отдельными воронками образуются перемычки.

Таблица 27

Нормальные расстояиия между сосредоточенными зарядами

	a_n		a_n		a_n
1,00	h	1,75	$1{,}41h$	2,50	$1{,}90h$
1,25	$1{,}12h$	2,00	$1{,}56h$	2,75	$2{,}07h$
1,50	$1{,}27h$	2,25	$1{,}74h$	3,00	$2{,}24h$

Ширина выемки поверху при нормальных расстояниях между зарядами равна диаметру воронки, образуемой взрывом одиночного сосредоточенного заряда (ст. 161).

171. Одновременным взрывом одного ряда сосредоточенных зарядов, расположенных на нормальных расстояниях a_n один от другого, можно устроить противотанковый ров. Заряды для устройства противотанковых рвов рассчитываются по формуле (31); при этом показатель действия взрыва в целях обеспечения наиболее полного выброса грунта необходимо принимать в пределах $n=2{,}0 \div 2{,}5$. Противотанковый ров может быть отрыт также взрывом одного удлиненного заряда.

Основные показатели по расходу ВВ для отрывки противотанковых рвов взрывным способом в некоторых видах грунтов (пород) приведены в табл. 28.

Таблица 28

Основные показатели по расходу ВВ для отрывки противотанковых рвов взрывным способом

Наименование грунта	Принятый показатель действия взрыва n	Сосредоточенные заряды			Удлиненные заряды		
		линия наименьшего сопротивления h, *м*	вес одного заряда C, *кг*	расстояние между зарядами в ряду a_n, *м*	расход ВВ на один *пог. м* рва, *кг/м*	линия наименьшего сопротивления h, *м*	вес одного *пог. м* заряда C_y, *кг/м*
Супесок	2	1,75	26,0	2,75	9,40	1,75	7,6
Суглинок	2	1,75	28,0	2,75	10,0	1,75	7,95
Крепкая глина . . .	2	1,60	32,0	2,50	12,8	1,60	9,9
Плотный отвердевший лёсс	2,5	1,40	44,0	2,65	16,7	1,40	12,2
Песчаник	2,5	1,40	51,0	2,65	19,3	1,40	13,9

Примечание. Вндимая глубина рва принята 1,75 *м*; ширина рва на уровне поверхности земли — не менее 6 *м*.

Пример. Определить вес и колнчество зарядов, а также глубину их заложения (линию наименьшего сопротивления) и расстояния между ними для образования взрывным способом в суглинке противотанкового рва длиной 100 *м*. Глубина рва без учета высоты вала должна быть не менее 1,75 *м*, а ширина его на уровне поверхности земли — не менее 6,5 *м*.

По табл. 23 для суглинка принимаем $K=1{,}0$. По ст. 162 $a=0{,}45$—$0{,}55$; принимаем $a=0{,}50$. Расчетный радиус воронки для получения заданной глубины $p=1{,}75$ *м* определяется в соответствии с формулой (36)

$$r = \frac{p}{a} = \frac{1{,}75}{0{,}50} = 3{,}5 \text{ м}.$$

При этом ширина рва составит

$$B = 2r = 2 \cdot 3{,}5 = 7{,}0 \text{ м}.$$

Принимая показатель действия взрыва $n=2{,}0$, находим глубину заложения зарядов (линию наименьшего сопротивления)

$$h = \frac{r}{n} = \frac{3{,}5}{2{,}0} = 1{,}75 \text{ м}.$$

При устройстве рва сосредоточенными зарядами нормальные расстояния между ними будут равны

$$a_n = 0{,}7h\sqrt{n^2+1} = 0{,}7 \cdot 1{,}75\sqrt{2{,}0^2+1} = 2{,}75 \text{ м}$$

Количество же зарядов при общей длине рва $L=100$ *м* составит

$$N = \frac{L}{a_n} = \frac{100}{2{,}75} = 36{,}3;$$

принимаем $N=36$.

Вес одного сосредоточенного заряда (ст. 157) будет равен

$$C = KMh^3 = 1{,}0 \cdot 5{,}17 \cdot 1{,}75^3 = 28 \text{ кг}.$$

Общий расход ВВ на 100 *м* рва составит

$$NC = 36 \cdot 28 = 1008 \text{ кг}.$$

При устройстве такого же рва одним удлиненным зарядом его погонный вес C_y (ст. 157) при той же глубине заложения будет равен

$$C_y = KM_y h^2 = 1{,}0 \cdot 2{,}59 \cdot 1{,}75^2 = 7{,}95 \text{ кг/м}.$$

При этом общий расход ВВ на 100 *м* рва составит

$$C = C_y \cdot l_0 = 7{,}95 \cdot 100 = 795 \text{ кг}.$$

172. Одновременный взрыв нескольких рядов сосредоточенных или нескольких параллельных удлиненных зарядов применяется для устройства выемок трапецеидального профиля, ширина которых понизу должна быть не меньше их глубины.

При двух рядах сосредоточенных зарядов (рис. 100) заряды в обоих рядах располагаются один против другого; при трех рядах заряды среднего ряда располагаются в шахматном порядке по отношению к зарядам

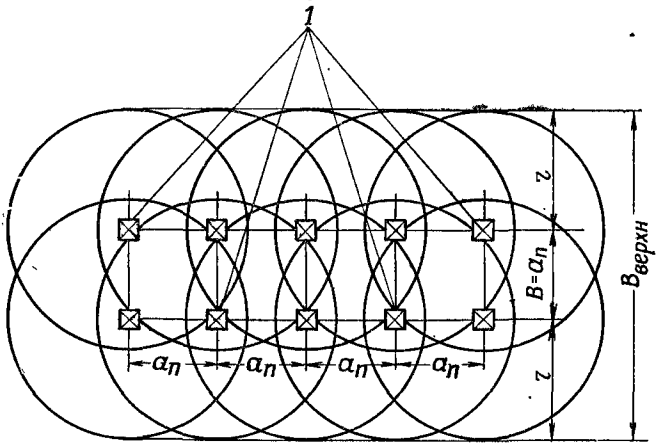


Рис. 100. Схема расположения сосредоточенных зарядов в два ряда:
1 — заряды

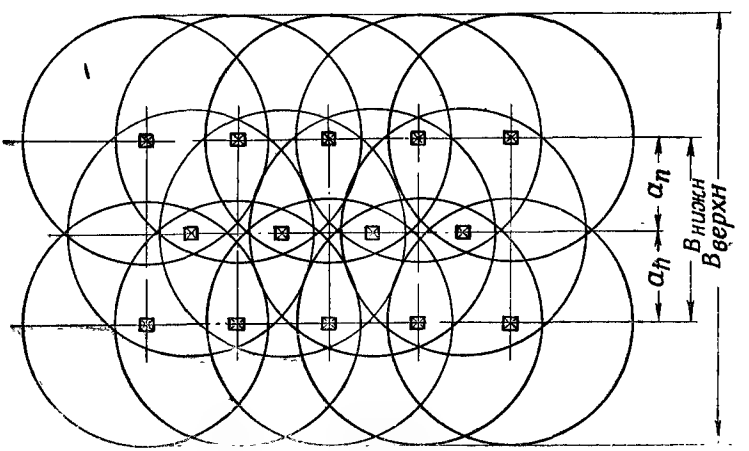


Рис. 101. Схема расположения сосредоточенных зарядов в три ряд

крайних рядов (рис. 101). Расстояния между зарядами в рядах и между рядами зарядов принимаются равными нормальному расстоянию a_n (ст. 170).

Заряды рассчитываются по формуле (31). При двух рядах заряды обоих рядов должны быть рассчитаны при одинаковом значении n. При трех рядах в целях получения более чистой выемки значение n для зарядов среднего ряда принимается на 0,5 больше, чем для зарядов крайних рядов. Взрыв зарядов среднего ряда целесообразно производить с замедлением в 1—2 *сек* по отношению к взрыву зарядов в крайних рядах.

Ширина выемки понизу и поверху определяется, как показано на рис. 100 и 101.

При применении удлиненных зарядов их длина должна быть равна длине устраиваемой выемки по дну; заряды, рассчитываемые по формуле (32), должны располагаться на нормальных расстояниях один от другого.

Более трех рядов сосредоточенных или более трех параллельных друг другу удлиненных зарядов применять не рекомендуется, так как при этом выемка в значительной части заваливается падающим обратно грунтом.

Пример 1. Определить вес и количество сосредоточенных зарядов, а также глубину их заложения (линию наименьшего сопротивления) и расстояния между ними для устройства котлована длиной понизу 20,0 *м*, шириной понизу 6,0 *м* и глубиной 2,3 *м*; грунт — карбоновая плотная глина.

По табл. 23 для карбоновой плотной глины находим $K=1{,}28$—$1{,}64$; принимаем среднее значение $K=1{,}46$.

По формуле (36) определяем радиус воронки, приняв в соответствии со ст. 162 $a=0{,}60$,

$$r = \frac{p}{a} = \frac{2{,}30}{0{,}60} = 3{,}80 \text{ м}$$

В целях уменьшения глубины заложения зарядов задаемся показателем действия взрыва $n=2{,}5$; при этом

$$h = \frac{r}{n} = \frac{3{,}80}{2{,}50} = 1{,}52 \text{ м}.$$

По формуле (49) определяем нормальное расстояние между зарядами

$$a_n = 0{,}7 \cdot h \sqrt{2{,}5^2 + 1} = 1{,}89h = 1{,}89 \cdot 1{,}52 = 2{,}9 \text{ м}.$$

Принимаем 3 ряда по 8 зарядов в каждом.

По формуле (31) определяем вес одного заряда в крайних рядах

$$C = KMh^3 = 1{,}46 \cdot 10{,}4 \cdot 1{,}52^3 = 53{,}2 \text{ кг}$$

По той же формуле, но при $n=3{,}0$ определяем вес одного заряда в среднем ряду

$$C = KMh^3 = 1{,}46 \cdot 19{,}2 \cdot 1{,}52^3 = 98{,}3 \text{ кг}.$$

Всего для устройства выемки потребуется ВВ:

$$C_{\text{общ}} = 2 \cdot 8 \cdot 53{,}2 + 8 \cdot 98{,}3 = 851{,}2 + 786{,}4 = 1637{,}6 \text{ кг}.$$

Пример 2. Условия задачи те же, что в предыдущем примере, но вместо сосредоточенных применяются три удлиненных заряда.

Принимаем $r=3{,}80$ *м*; $n=2{,}5$; $h=1{,}52$ *м*.

По формуле (32) определяем погонный вес одного крайнего заряда

$$C_{\text{у}} = KM_{\text{у}}h^2 = 1{,}46 \cdot 3{,}94 \cdot 1{,}52^2 = 13{,}3 \text{ кг/м}.$$

По той же формуле, но при $n=3{,}0$ определяем вес среднего заряда

$$C_{\text{у}} = KM_{\text{у}}h^2 = 1{,}46 \cdot 5{,}65 \cdot 1{,}52^2 = 19{,}1 \text{ кг/м}.$$

Полный расход ВВ при длине зарядов $l_0=20{,}0$ *м* составит

$$C_{\text{общ}} = 13{,}3 \cdot 20 \cdot 2 + 19{,}1 \cdot 20 = 532 + 382 = 914 \text{ кг}.$$

Примеры организации работ и расчета зарядов при устройстве укрытий и окопов приведены в приложении 7.

173. Съезды к переправам устраиваются одновременным взрыванием сосредоточенных зарядов, располагаемых в два — три параллельных ряда в колодцах (шурфах) различной глубины (в зависимости от крутизны ската).

Для определения мест расположения и количества зарядов в одном ряду намечают линию уклона *AB* (рис. 102), который должен быть получен в результате взрыва; затем выбирают величину показателя действия взрыва в пределах $n=2 \div 3$ (в целях обеспечения наибольшего выброса).

По выбранному значению n и по известной глубине устраиваемой выемки, пользуясь формулой (36), определяют глубину заложения заряда (линию наименьшего сопротивления) сначала для точки *1*, расположенной на бровке ската, а потом для точек *2* и *3*, удаленных соответственно вверх и вниз от бровки на величину нормального расстояния a_n; найдя глубины заложения зарядов в точках *2* и *3*, вычисляют для них нор-

мальные расстояния a_n и определяют места расположения следующих зарядов в ряду (точка *4* и т. д.).

Количество зарядов по ширине выемки (количество рядов) определяют исходя из заданной ширины съезда понизу и из нормальных расстояний между зарядами a_n.

Вес зарядов определяют по формуле (31).

174. Для закладки сосредоточенных зарядов в грунт (породу) устраиваются колодцы (шурфы) и скважины. Они могут отрываться вручную, при помощи механических средств или взрывным способом.

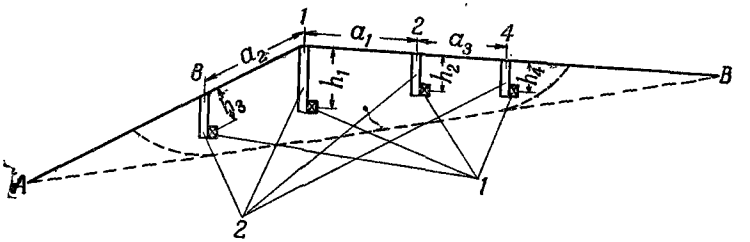


Рис. 102. Схема расположения зарядов для устройства съезда к переправе:
1 — заряды; *2* — колодцы

При устройстве колодцев вручную их отрывают, как показано на рис. 103. При глубине колодцев более 1,0 *м* в них устраиваются ступеньки. На уровне дна каждого колодца в его боковой стенке отрывается камера для закладки заряда; размеры камер должны соответствовать размерам зарядов. При водонасыщенных грунтах зарядных камер в колодцах можно не делать.

В заряд, уложенный в камеру колодца, вставляют зажигательную трубку или электродетонатор, а затем осторожно сначала руками, а потом лопатой засыпают заряд мелким грунтом; при этом особое внимание необходимо обращать на то, чтобы капсюль-детонатор (электродетонатор) был закрыт слоем рыхлого грунта толщиной не меньше 5—10 *см*.

После того как над зарядом будет насыпан слой мягкого грунта толщиной не менее 0,5 *м*, грунт утрамбовывается; при этом необходимо внимательно следить за сохранением в целости всех

элементов взрывной сети; огнепроводный и детонирующий шнуры и провода электродетонаторов выводятся наверх по углам шурфа и засыпаются рыхлым грунтом. Колодцы засыпаются с периодической утрамбовкой грунта до уровня поверхности земли.

Если для заряжания колодцев, шурфов и т. п. используются чешуированный или гранулированный тротил, а также ВВ пониженной мощности, то для обеспечения надежности взрыва применяется **боевик** (промежуточный детонатор), изготовленный из тротиловых шашек.

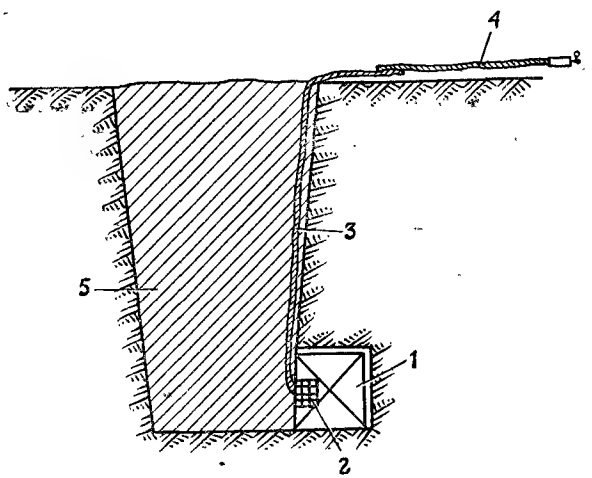


Рис. 103. Колодец для закладки сосредоточенного заряда в грунт:
1 — заряд; *2* — «боевик»; *3* — детонирующий шнур; *4* — зажигательная трубка; *5* — забивка

Для повышения безопасности работ по закладке зарядов целесообразно применять бескапсюльное взрывание. В этом случае боевики изготовляются в соответствии со ст. 63. Концы отрезков детонирующего шнура выводятся на поверхность грунта и взрываются огневым или электрическим способом.

При механической отрывке колодцев и скважин используются бурильные машины БГМ, основные тактико-технические данные которых приве-

дены в приложении 12. В колодцы или скважины, отрытые бурильными машинами, заряды закладываются непосредственно на дно; засыпка зарядов и утрамбовка грунта производятся, как и в предыдущем случае.

Нормы на выделку колодцев, скважин, шпуров и других зарядных устройств при производстве работ как вручную, так и при помощи механизмов приведены в приложении 13. Там же приведены и нормы на закладку зарядов и на производство засыпки (забивки) зарядных устройств.

175. Взрывной способ устройства зарядных камер (котлов) в шпурах применяется при производстве подрывных работ в связных грунтах (глина, лёсс и др.), а также в меловых и скальных породах. Шпуры выделываются при помощи мотоперфораторов (приложение 12) или кумулятивных зарядов. При взрыве кумулятивного заряда в грунте образуется шпур диаметром 1—1,5 и глубиной 10—15 диаметров кумулятивной выемки. В мерзлом грунте диаметр шпура меньше, чем в талом, в 3 раза, а глубина — в 1,2 раза.

Вес сосредоточениого заряда для устройства зарядной камеры (котла) в шпуре, определяется по формуле

$$C_к = \frac{2C}{m^3}, \qquad (50)$$

где $C_к$ — вес заряда, необходимого для устройства зарядной камеры (котла);

C — вес основного заряда, для которого устраивается зарядная камера;

m — коэффициент, зависящий от свойств грунта (табл. 26).

Заряд для устройства камеры (котла) помещают на дно шпура и взрывают без забивки (делают прострел). Если весь заряд, рассчитанный по формуле (50), нельзя разместить на участке шпура, равном его удвоенному диаметру, то прострел производится в несколько приемов (рис. 104).

При двукратном простреливании вес заряда для первого прострела принимается равным одной трети общего веса заряда, определенного по формуле (50). При трехкратном простреливании вес заряда для первого прострела должен составлять 20%, а для второго

прострела — 30% общего веса заряда, необходимого для устройства камеры (котла).

После первого прострела повторное заряжание шпура можно производить не ранее чем через 30 минут, в течение которых стенки камеры успевают остыть. Перед повторным заряжанием спекшаяся земляная корка, иногда закупоривающая шпур при простреливании, пробивается прибойником.

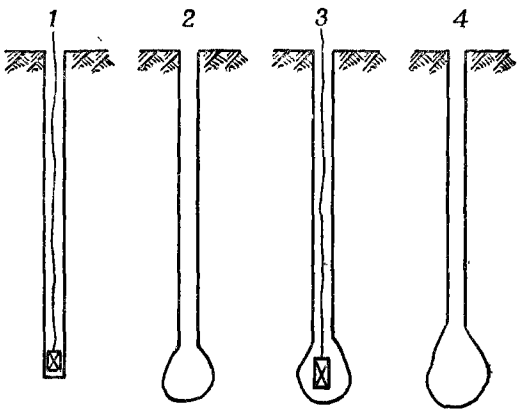


Рис. 104. Последовательность устройства зарядной камеры (котла) в шпуре:

1 — заряд для первого простреливания; *2* — результат первого простреливания; *3* — заряд для второго простреливания; *4* — результат второго простреливания

Взрывание зарядов для образования зарядных камер в шпурах производится электрическим или огневым способом с применением детонирующего шнура; в последнем случае зажигательная трубка, которой взрывается детонирующий шнур, должна находиться на поверхности земли.

Заряжание камер (котлов), устроенных путем простелов, производится, как правило, порошкообразными ВВ, засыпаемыми в шпуры через воронки из оцинкованной стали; сначала засыпается половина основного заряда, затем опускается боевик, после чего засыпается остальная часть основного заряда.

Во избежание закупорки шпуров их после засыпки каждой порции ВВ весом 1—2 *кг* прочищают прибойниками. Засыпку ВВ и прочистку шпуров необ-

ходимо вести осторожно, особенно после того, как в них будут опущены боевики.

При заряжании камер (котлов) шашками ВВ (патронами) работа ведется в том же порядке, только прочистка шпуров прибойником производится после каждой опущенной в них шашки (патрона).

176. Для закладки вертикальных и наклонных удлиненных зарядов в грунте (породе) при помощи бурильных машин выделывают вертикальные и наклонные скважины, а для закладки горизонтальных удлиненных

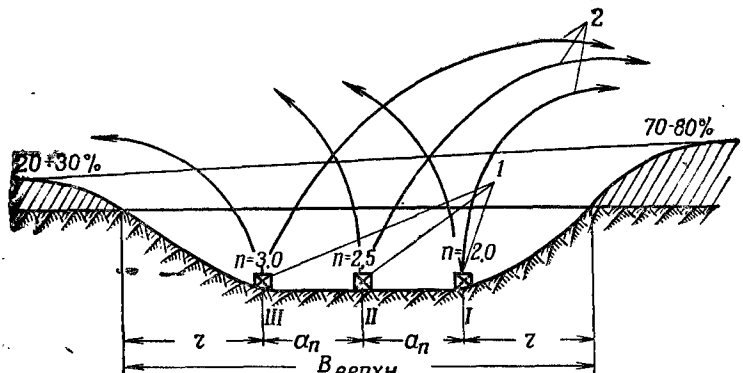


Рис. 105. Схема расположения зарядов для направленного выброса грунта (при одновременном взрывании):
1 — заряды; *2* — направление выброса основной массы грунта; I, II, III — номера рядов

зарядов отрывают траншеи. Для ускорения работ по отрывке траншей могут применяться траншейные машины, а для засыпки траншей после укладки зарядов — бульдозеры.

177. Если необходимо выбросить взрывом грунт (породу) преимущественно в одном каком-либо направлении, то применяют **направленный выброс**, который может осуществляться одним из следующих способов:

— одновременным взрывом зарядов, расположенных в два — три ряда, перпендикулярных к направлению выброса (рис. 105); при этом заряды каждого последующего ряда, считая в сторону, противоположную выбросу, должны иметь показатель действия взрыва *n* на 0,5 больше показателя, принятого при расчете зарядов в предыдущем ряду;

— разновременным взрывом зарядов, рассчитанных при одинаковом значении n и расположенных в несколько рядов, как в предыдущем случае; взрыв каждого последующего ряда зарядов должен производиться с замедлением в 2—4 *сек* по отношению к взрыву зарядов предыдущего ряда.

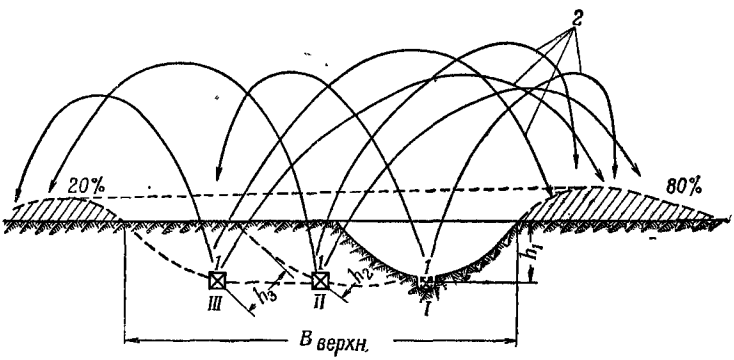


Рис. 106. Схема расположения зарядов для направленного выброса грунта (при разновременном взрывании):
1 — заряды; *2* — направление выброса основной массы грунта; I, II, III — последовательность взрывания зарядов

Вес зарядов определяется по формуле (31), причем для зарядов, взрываемых с замедлением, за расчетную линию наименьшего сопротивления принимается расстояние от их центров до свободной поверхности, образуемой взрывом зарядов предыдущего ряда. Эта линия наименьшего сопротивления не должна быть больше глубины заложения зарядов. Выполнение этого требования проверяется графическим построением воронок, образуемых последовательными взрывами (рис. 106).

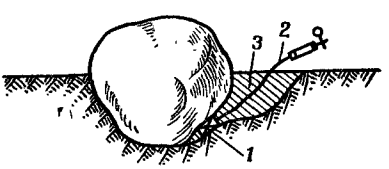


Рис. 107. Отбрасывание камня подложенным под него зарядом ВВ:
1 — заряд; *2* — зажигательная трубка; *3* — грунтовая забивка

178. Для отбрасывания в сторону на расстояние 5—10 *м* отдельных камней (валунов), частично заглубленных в грунт, заряды закладываются под

камни со стороны, противоположной направлению выброса (рис. 107). Вес зарядов определяют по формуле

$$C = K_1 V, \qquad (51)$$

где C — вес заряда в килограммах;
V — объем камня в кубических метрах;
K_1 — коэффициент, зависящий от свойств ВВ (для ВВ нормальной мощности $K_1 = 5{,}0$; для ВВ пониженной мощности $K_1 = 6{,}0$).

Объем одного отбрасываемого камня не должен превышать 15 $м^3$. При большем размере камней они предварительно раскалываются взрывами на части (ст. 186).

РЫХЛЕНИЕ ГРУНТОВ И СКАЛЬНЫХ ПОРОД ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

179. Подрывные работы в грунтах (породах) с целью их рыхления (дробления) производятся при возведении подземных сооружений, устройстве выемок и котлованов, при выполнении планировочных работ, добыче строительных материалов, при устройстве траншей и ходов сообщения, при производстве обрушений и обвалов на горных дорогах и т. п.

При подрывании грунтов (пород) на рыхление наиболее распространены следующие **методы производства работ:**

— метод шпуровых зарядов и его разновидность — метод котловых зарядов;
— метод зарядов в рукавах;
— метод скважинных зарядов;
— метод камерных зарядов.

180. При шпуровом методе производства подрывных работ применяются цилиндрические заряды, которые закладываются в шпуры, выбуриваемые в разрыхляемом массиве. Шпуровой метод применяется как на открытых, так и на подземных разработках.

На открытых разработках шпуровой метод используется для добычи строительных материалов из горных пород, мощность пласта которых не превышает 4—5 *м*, для рыхления мерзлого грунта и скальных пород при

возведении траншей и ходов сообщения, для дробления отдельных крупных камней, а также в тех случаях, когда по условиям производства работ недопустимо применение крупных зарядов.

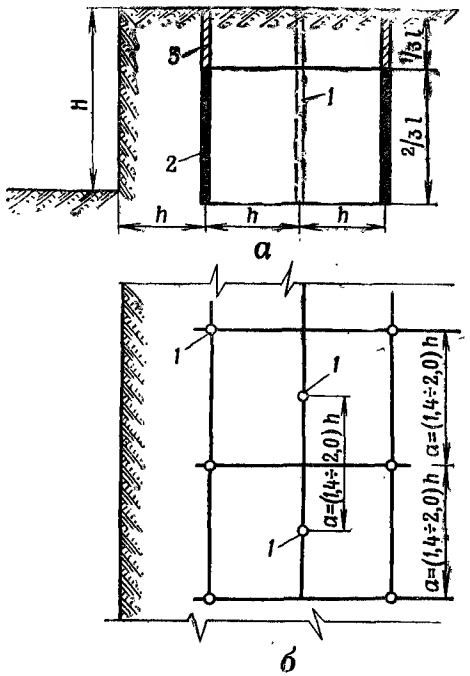


Рис. 108. Схема расположения шпуровых зарядов в массиве разрабатываемой породы:

а — вертикальный разрез; *б* — план; *1* — шпуры; *2* — заряды; *3* — забивка

При подземных разработках пород шпуровой метод является основным. Он используется при проходке подготовительных и капитальных подземных выработок в скальных породах.

181. Разработка горных пород в карьерах ведется уступами; шпуры располагаются параллельно забою (открытой поверхности разрабатываемой породы) в один или несколько рядов; в последнем случае заряды в рядах располагаются в шахматном порядке (рис. 108).

Длина шпура l принимается, как правило, равной высоте уступа H, однако при слабых породах она может быть на 5—10% меньше высоты уступа («недобур»), а при очень крепких породах ее следует, как правило, делать на 10—15% больше высоты уступа («перебур»).

Расстояние между осью шпура и забоем для зарядов первого ряда является расчетной линией наименьшего сопротивления h. Для уступов, высота которых $H \leqslant 3$ *м*, она вычисляется по формуле

$$h = (1{,}125 - 0{,}225H)\,H, \qquad (52)$$

а для уступов высотой 3,0 *м* $\leqslant H \leqslant$ 5,0 *м* принимается равной $0{,}45H$.

При расположении шпуров в несколько рядов расстояния между рядами принимаются равными h.

Расстояния a между шпурами в рядах (вдоль уступа) принимаются от $1{,}4h$ до $2{,}0h$; меньшее значение принимается при прочных породах и в тех случаях, когда требуется обеспечить мелкое дробление их; когда требуется обеспечивать особо мелкое дробление породы, расстояния между шпурами уменьшают до $0{,}8h$.

Вес шпуровых зарядов определяется по ст. 164; в случаях, когда требуется только отколоть породу, вес зарядов может быть уменьшен в полтора раза.

182. Бурение шпуров в твердых породах производится пневматическими и электрическими перфораторами или ручными сверлами и молотками. В мягких породах бурение шпуров может производиться пневмосверлами и электросверлами или ручными земляными бурами (приложение 12).

183. Перед заряжанием шпуров проверяют их длину и диаметр и при помощи ложки (приложение 12) очищают их от буровой муки и посторонних предметов. Сырые и мокрые шпуры заряжают патронами порошкообразного ВВ или буровыми шашками; сухие шпуры можно заряжать и порошкообразным ВВ путем насыпки.

При заряжании шпуров насыпкой порции ВВ по 150—200 *г* засыпаются при помощи совка через воронку из оцинкованной стали. После засыпки каждой порции ВВ заряд слегка уплотняют прибойником.

При заряжании шпуров патронами последние досылаются при помощи прибойников. Если шпур сухой и

его диаметр значительно больше диаметра патронов, то оболочки их разрезают вдоль или по спирали; после досылки разрезанного патрона на место его раздавливают ударами прибойника так, чтобы ВВ заполнило все сечение шпура.

Сырые и мокрые шпуры наиболее целесообразно заряжать буровыми тротиловыми шашками. При применении для заряжания таких шнуров патронов из гигроскопичных ВВ они изолируются путем обмазки битумом, озокеритом и т. п.

Заряд ВВ в шпуре должен занимать не более двух третей его длины; верхняя часть заполняется забивкой. Перед забивкой шпура в него осторожно опускают боевик. При заряде шпура порошкообразным ВВ боевик вводится после засыпки 80—85% заряда.

Шпуровые заряды из порошкообразных аммонитов можно взрывать при помощи детонирующего шнура без капсюлей-детонаторов. Для этой цели по оси каждого заряда на всю его длину пропускается отрезок детонирующего шнура с двумя-тремя узлами на конце.

Забивку шпуров производят сначала пластичной песчано-глинистой смесью, а затем песком или буровой мукой. Влажные шпуры, заряженные негигроскопичным ВВ, вместо забивки можно заливать водой.

184. Взрывание каждого ряда шпуровых зарядов производится одновременно электрическим способом или при помощи детонирующего шнура; сначала взрывается ближайший к забою ряд, потом следующий за ним и т. д. При наличии электродетонаторов замедленного действия указанная последовательность взрывания рядов обеспечивается различным замедлением в разных рядах.

При отсутствии электродетонаторов замедленного действия в случае необходимости взорвать одновременно два ряда шпуровых зарядов расстояние между рядами шпуров уменьшается в полтора—два раза по сравнению с расчетным.

185. При отрывке траншей и ходов сообщения в мерзлых грунтах или в скальных породах рыхление их взрывным способом может производиться с устройством вертикального забоя или без него.

В первом случае взрывами первых зарядов устраи-

вают вертикальный забой протяженностью, равной ширине траншеи; последующее рыхление производят взрыванием зарядов, размещаемых рядами параллельно забою. После взрывания каждого ряда шпуров отбитый грунт убирают от забоя.

В скальных породах длина шпуров принимается равной глубине отрываемой траншеи; в мерзлых грунтах длину шпуров принимают равной трем четвертям толщины мерзлого слоя. Расстояния между шпурами в рядах и между рядами шпуров, а также вес шпуровых зарядов определяют по ст. 181.

Бурение шпуров производится, как указано в ст. 182; в мерзлых грунтах, кроме того, шпуры можно выделывать шлямбурами и раскаленными ломами.

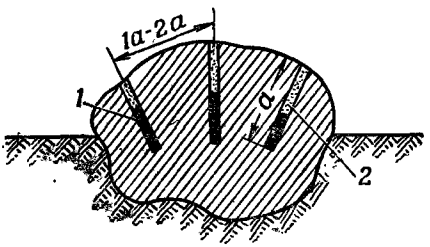


Рис. 109. Схема расположения шпуровых зарядов при дроблении крупного камня:
1 — заряды; *2* — забивка

Во втором случае (без устройства вертикального забоя) заряды в шпурах размещаются в один или несколько рядов параллельно оси будущей траншеи и взрываются все одновременно. Длина шпуров при диаметре их 40—60 *мм* должна соответствовать заданной глубине рыхления грунта. Расстояния между рядами шпуров и расстояния между шпурами в ряду, а также вес зарядов принимаются, как в предыдущем случае.

Пример расчета зарядов и организации работ при отрывке траншей в мерзлом грунте приведен в приложении 8.

186. Для дробления отдельных камней (рис. 109) целесообразно применять шпуры небольшого диаметра (25—35 *мм*), которые бурят на длину l, равную 0,5—0,75 высоты камня. Расстояния между шпурами принимают равными 1—2 длинам шпура.

Общий вес заряда, необходимого для раздробления камня, определяется по формуле

$$C = qV, \qquad (53)$$

где C — вес заряда в килограммах;

V — объем камня в кубических метрах;

q — удельный расход ВВ в килограммах на кубический метр, принимаемый равным от 0,06 K до 0,3 K* (табл. 23).

Рассчитанный по формуле (53) заряд распределяют равномерно между всеми шпурами. Заряд в каждом шпуре должен занимать не более половины его длины. Взрыв всех зарядов в шпурах производится одновременно.

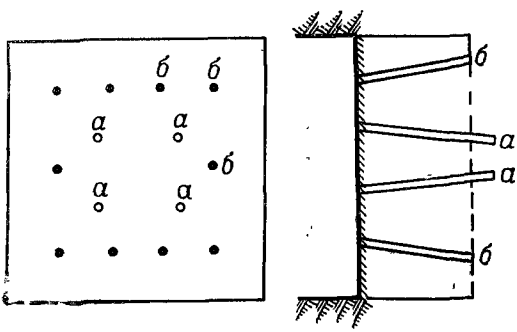


Рис. 110. Схема расположения шпуров при проходке галерей:
а — врубовые шпуры; *б* — отбойные шпуры

187. Проходка колодцев, галерей и выделка камер в твердых породах производятся при помощи врубовых и отбойных шпуров (рис. 110). Длина отбойных шпуров при диаметре их 35—40 *мм* обычно принимается равной 2,0 *м*, длина врубовых шпуров на 15—20 *см* больше длины отбойных.

Заряд в шпуре должен занимать не более двух третей, а забивка не менее одной трети его длины. Шпуры располагаются на расстоянии 0,4—0,8 *м* один от другого. Вес каждого заряда вычисляется по заполненному ВВ объему шпура. В первую очередь взрывают заряды во врубовых шпурах, затем в отбойных.

188. Метод котловых зарядов отличается от метода шпуровых зарядов тем, что при нем вместо удлиненных

* Меньшие значения принимаются для крупных камней, большие — для мелких (объемом меньше 0,5 $м^3$).

применяют сосредоточенные заряды, помещаемые в котлах, образованных путем прострела шпуров малыми зарядами (ст. 175).

Основные заряды, размещаемые в котлах, рассчитываются по ст. 164. Расстояния между центрами зарядов (центрами котлов) принимают в пределах $(0{,}8 \div 1{,}4)h$ в зависимости от требуемой степени дробления грунта (породы).

Котловые шпуры в крепких породах забиваются полностью (до устья). В породах средней крепости и в более слабых забивка может быть неполной. Для забивки котловых шпуров применяются те же материалы, что и для забивки шпуров обычного типа.

189. Метод зарядов в рукавах (метод малокамерных зарядов) состоит в том, что заряды, предназначенные для рыхления грунта (породы), закладываются в горизонтальные или слегка наклонные выработки (рукава) сечением до $0{,}5 \times 0{,}5$ *м*. Длина рукавов принимается равной от 0,5 до 0,8 высоты подрываемого уступа, но не более 5 *м*; за высоту уступа в данном случае принимается расстояние (по вертикали) от центра заряда до поверхности земли. Расстояния между рукавами вдоль уступа в зависимости от требуемой степени дробления породы принимаются в пределах 0,8—1,4 длины рукава.

Вес зарядов в рукавах определяется по формуле (31); при этом линия наименьшего сопротивления h принимается равной длине рукава, а показатель действия взрыва n — в пределах 0,75—1,0.

Рукава заряжают рассыпными ВВ (при помощи совков с длинными ручками) или ВВ, упакованными в пакеты. В сырых местах заряды из неводостойких ВВ должны иметь водонепроницаемые оболочки. Вся свободная от заряда часть рукава заполняется забивкой с обязательной утрамбовкой ее.

190. Метод скважинных зарядов состоит в том, что удлиненные заряды рыхления закладываются в цилиндрические углубления (скважины) диаметром более 75 *мм*.

Обычно применяются вертикальные скважины диаметром 75—300 *мм* (чаще всего 200 *мм*) и длиной от 10 до 30 *м*. В случаях когда откос уступа пологий и, следовательно, сопротивление на подошве для вертикальных скважин получается очень большим, применяют наклон-

Таблица 14

Характеристики кислотных стартерных батарей

Обозначение батареи	10-часовой режим разряда (при температуре электролита +30°)			5-минутный режим разряда (стартерный режим)		
	разрядный ток, *а*	емкость, *а-ч*	напряжение, *в*	разрядный ток, *а*	емкость, *а-ч*	напряжение, *в*
3СТ-60	6,0	60	6,0	180	16,5	4,5
3СТ-70	7,0	70	6,0	210	19,2	4,5
3СТ-84	8,4	84	6,0	250	22,8	4,5
3СТ-98	9,8	98	6,0	295	27,0	4,5
3СТ-112	11,2	112	6,0	335	30,7	4,5
3СТ-126	12,6	126	6,0	380	34,8	4,5
3СТ-135	13,5	135	6,0	405	37,1	4,5
6СТ-54	5,4	54	12,0	160	14,6	9,0
6СТ-68	6,8	68	12,0	250	18,7	9,0
6СТ-128	11,2	112	12,0	360	30,0	9,0

будет примерно равно указанному в таблице и не будет падать, то батарея заряжена нормально и пригодна к применению; если же после замыкания ключа *К* напряжение окажется ниже табличного и будет снижаться дальше, то батарея к применению не пригодна и подлежит зарядке.

В зимнее время при понижении температуры увеличивается внутреннее сопротивление аккумуляторных батарей, что ведет к снижению их напряжения при разрядке и к уменьшению емкости. Поэтому при использовании зимой эти батареи нужно утеплять войлоком, тканью и т. п.

Передвижные электрические станции, осветительные и силовые электрические сети

95. Типы некоторых передвижных электрических станций, состоящих на вооружении войск, и их технические характеристики приведены в табл. 15.

Таблица 15

Характеристики передвижных электрических станций

Наименование станций	Наименование агрегатов	Напряжение, *в*	Номинальный ток, *а*	Мощность, *квт*	Род тока
—	АБ-0,5-П/30	30	16,7	0,5	Постоянный
ЭСБ-1-ВО	АБ-1-0/230	230	5,5	1,0	Переменный, частота 50 *гц*
ЭСБ-2-ВО	АБ-2-0/230	230	11,0	2	То же
ЭСБ-4-ВО	АБ-4-0/230	230	22,0	4	»
ЭСД-10-ВО	АД-10-Т/230	230	31,5	10	»
ЭСД-20-ВО	АД-20-Т/230	230	63,0	20	»
ЭСБ-2-ВЗ	АБ-2-П/115	115	17,4	2	Постоянный
ЭСБ-4-ВЗ	АБ-4-П/115	115	34,8	4	То же
ЭСБ-4-ИЛ	АБ-4-Т/230-Ч/200	230	12,6	4	Переменный, частота 200 *гц*
ЭСБ-4-ИД	АБ-4-Т/230-Ч/200	230	12,6	4	То же

Мощность перечисленных передвижных электрических станций позволяет производить взрывание значительных групп электродетонаторов, составленных по схемам последовательного, параллельного и смешанного соединений.

96. Осветительные и силовые электрические сети постоянного тока имеют напряжение 110 и 220 *в*, а сети переменного тока — 127, 220 и 380 *в*. Указанные сети допускают взрывание групп электродетонаторов, соединенных по любой из схем, указанных в ст. 109.

Проверочные и измерительные приборы

97. Линейный мост ЛМ-48 (Р-343) служит для измерения сопротивлений от 0,2 до 5000 *ом*; его наружные размеры 166×145×80 *мм*, вес 1,5 *кг*. Мост (рис. 48) помещается в металлическом (силуминовом) корпусе, крышка которого снабжена ремнем для переноски прибора и двумя замками. На внутренней стороне крышки имеется щиток-инструкция по обращению с прибором. Измерительный механизм моста расположен на панели, которая крепится к корпусу при помощи винтов.

ные скважины, которые бурят под некоторым углом к откосу уступа или параллельно ему (рис. 111). Скважи

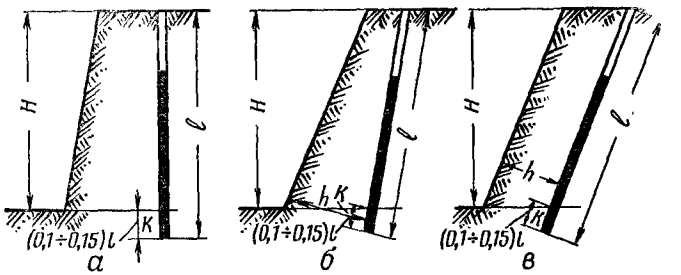


Рис. 111. Типы зарядных скважин:
а — вертикальная скважина; *б* — скважина под углом к откосу уступа; *в* — скважина, параллельная откосу уступа; *к* — перебур

ны бурят с перебуром, величина которого определяетс по табл. 29.

Таблица 2

Длина перебура скважин (в метрах)

Высота уступа *H*, *м*	Категория крепости пород по шкале *Н* и *Р* 1955 г.			
	V–VII	VIII–IX	X–XI	XII–XVI
7,0	0,60	0,70	0,85	1,00
10,0	0,70	0,85	1,00	1,25
15,0	0,85	1,00	1,25	1,50
20,0	1,00	1,25	1,50	1,75
25,0	1,25	1,50	1,75	2,00

191. Вес скважинных зарядов (в килограммах) опре деляется по формуле

$$C = 0{,}3KNh^2H, \qquad (54$$

где K — удельный расход ВВ, определяемый п табл. 23;
H — высота уступа в метрах;
h — линия сопротивления по подошве в метрах;
N — относительное расстояние, равное отношени расстояния между скважинами a к линии со противления по подошве.

Относительное расстояние между скважинами $N = \frac{a}{h}$ обычно принимают в пределах 0,9—1,4; при этом нижний предел принимается для крепких пород, а верхний — для слабых. При расположении одновременно взрываемых скважин в несколько рядов расстояния между скважинами во втором и последующих рядах принимаются равными расстоянию между ними в первом ряду.

Расстояния между рядами скважин b принимаются равными $0{,}85h$, где h — линия сопротивления по подошве первого ряда. Вес зарядов для скважин второго и последующих рядов принимается равным весу зарядов первого ряда.

192. Заряд по длине скважины может размещаться:

— в виде сплошного удлиненного заряда; при этом длина забивки должна быть не менее трех четвертей линии сопротивления по подошве;

— в виде рассредоточенного заряда (заряда, разделенного на несколько отдельных частей); если подрываемая порода имеет ярко выраженное напластование, то части рассредоточенного заряда целесообразно размещать в наиболее крепких пластах.

Сплошной удлиненный заряд должен иметь не более двух запальных шашек (боевиков); каждая отдельная часть рассредоточенного заряда должна иметь свой боевик. Взрыв всех частей рассредоточенного заряда должен производиться одновременно.

Сухие скважины заряжаются порошкообразным ВВ, сырые и наполненные водой — патронированным ВВ в водонепроницаемых оболочках. Диаметр патронов ВВ должен быть на 3—4 *см* меньше диаметра скважины.

Забивочный материал для скважин должен быть сыпучим и достаточно мелким. При заполнении скважин забивочным материалом необходимо следить, чтобы провода или детонирующий шнур, идущие от боевиков на поверхность, располагались вдоль стенок скважины и не натягивались.

При необходимости поместить в скважине большой по объему заряд в ней путем прострела устраивают котел. Простреливание котловых скважин, расчет зарядов и их закладка, забивка и взрывание производятся согласно ст. 175 и 188.

193. **Метод камерных зарядов** заключается в том, что в разрабатываемой породе выделываются вертикальные колодцы (шурфы) или горизонтальные галереи (штольни), из которых в боковых направлениях устраиваются большие зарядные камеры для размещения крупных сосредоточенных зарядов (рис. 112).

Вертикальные колодцы применяются при высоте забоя H от 5 до 12 *м*, а горизонтальные галереи — при высоте забоя более 12 *м*. За расчетную линию наименьшего сопротивления h принимают кратчайшее расстояние от центра заряда до забоя, которое не дол-

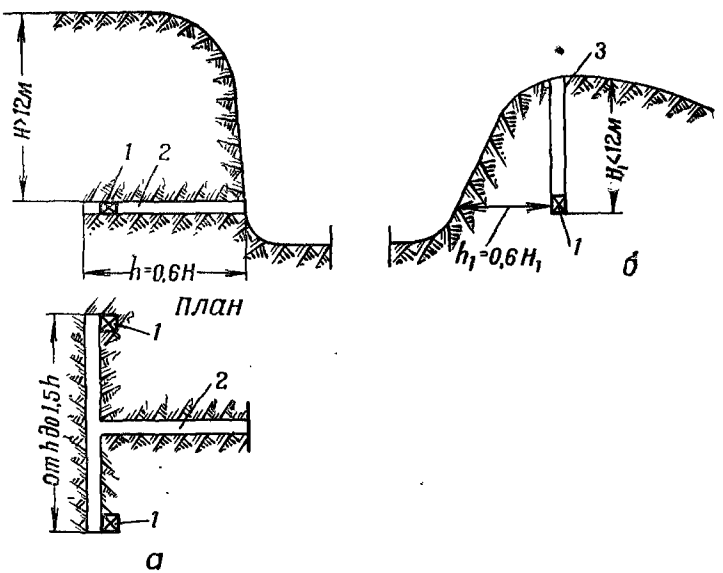


Рис. 112. Схема расположения камерных зарядов:
а — в галерее; *б* — в колодце; *1* — заряды; *2* — галерея; *3* — колодец

жно превышать 0,6 его высоты H. Расстояния между зарядами в рядах и между рядами зарядов принимаются равными от h до $1{,}5h$.

Расчет зарядов производится по ст. 164. Объем зарядной камеры должен превышать расчетный объем заряда (определяется делением веса заряда на плотность ВВ) на 20—40% в зависимости от конструкции одежды стен и потолка.

194. При закладке в камеры крупных зарядов из порошкообразных ВВ необходимо принимать меры против их слеживаемости от собственного веса. Слеживаемость заряда может быть предотвращена устройством горизонтальных и вертикальных отсеков из деревянных ящиков, наполненных ВВ.

При закладке зарядов в камеры, выделанные во влажных породах, принимаются меры, не допускающие увлажнения ВВ. Камеры внутри обшиваются тесом, а по тесу — толем или двумя слоями бумаги с промазкой нижнего слоя подогретой смесью каменноугольной смолы и вара или гудроном.

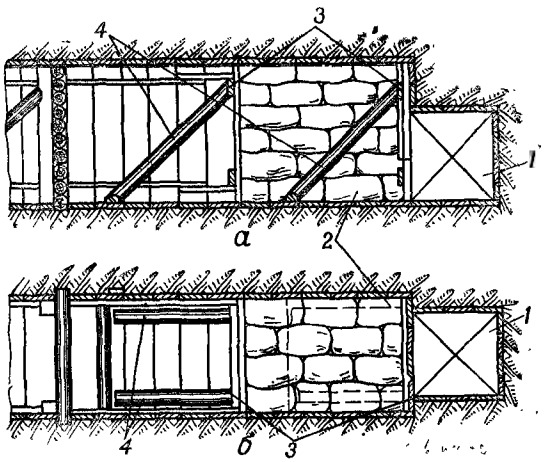


Рис. 113. Устройство забивки в галерее:
а — продольный разрез; *б* — план; *1* — заряд; *2* — мешки с грунтом; *3* — щиты из досок; *4* — подпорки

Вблизи зарядных камер на дне колодцев или галерей устраиваются водосборные углубления, из которых периодически производится откачка воды. Галереи делаются с уклоном, обеспечивающим сток воды от зарядных камер наружу.

Заряжание камер в колодцах производится засыпкой ВВ через деревянные трубы или опусканием их при помощи ворота в бадьях или в заводской упаковке. Заряжание камер в галереях производится вручную. Забивку камерных зарядов осуществляют посредством деревян-

ных щитов с распорками и мешков с песком, землей или породой (рис. 113). Длина забивки принимается равной длине галереи или глубине колодца.

Взрывание камерных зарядов производится электрическим способом с обязательным дублированием второй электровзрывной сетью или сетью детонирующего шнура.

УСТРОЙСТВО ПОЛОСТЕЙ В ГРУНТАХ ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

195. Взрывание зарядов ВВ с целью образования полостей (пустот) производится в плотных, вязких и влажных грунтах при устройстве зарядных камер (котлов), колодцев, ям для установки столбов и т. п.

196. Для устройства взрывным способом полостей в грунте пробуривают или пробивают кумулятивным зарядом вертикальную скважину, глубину H и диаметр d которой определяют по формулам *

$$H = h + D \tag{55}$$

и

$$d = 1{,}25 \cdot \frac{D}{m} + 0{,}01, \tag{56}$$

где H — глубина скважины в метрах;
d — диаметр скважины в метрах;
D — диаметр требуемой полости (колодца) в метрах;
h — глубина требуемой полости в метрах;
m — коэффициент, зависящий от свойств грунта (определяется по табл. 26 для удлиненного заряда).

Скважина на всю глубину до самого устья заполняется зарядом ВВ (рис. 114). Заряд порошкообразного ВВ помещается в крепкий матерчатый мешок, диаметр которого должен быть на 1 *см* меньше диаметра скважины. Заряд также может быть составлен из тротиловых шашек, помещенных в матерчатый мешок или привязанных к тонкой рейке, стальному пруту и т. п. Вес заряда можно определить по объему скважины.

---

* Глубиина скважины должна быть больше ее диаметра в 100—120 раз.

Взрывание заряда производится со стороны устья скважины. После взрыва из образовавшейся полости (колодца) необходимо удалить вредные газы продувкой сжатым воздухом. Во избежание отравления опускаться в колодец сразу после взрыва заряда запрещается.

197. Если по условиям задачи необходимо избежать появления воронки в верхней части образуемой взрывом полости и уменьшить завал ее разрыхленным грунтом,

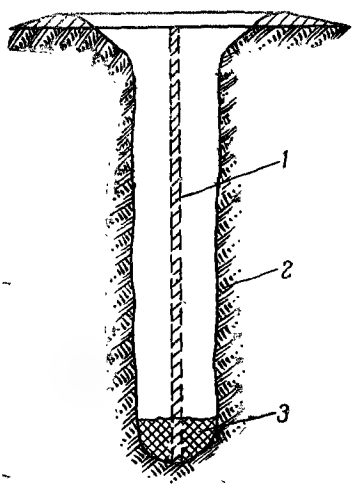


Рис. 114. Шахтный колодец, устраиваемый взрывом вертикально расположенного удлиненного заряда:

1 — положение заряда; *2* — контур колодца; *3* — обваливающийся после взрыва грунт

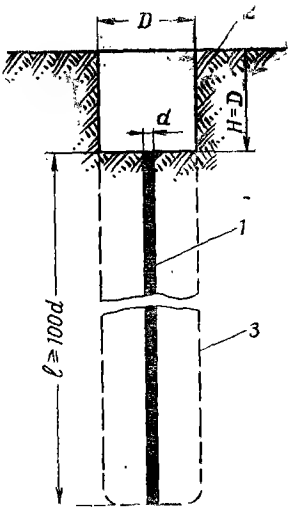


Рис. 115. Расположение удлиненного заряда в скважине с оголовком при устройстве шахтного колодца:

1 — заряд; *2* — оголовок скважины; *3* — расчетный контур колодца

го в устье скважины, пробуриваемой для закладки заряда, должен отрываться оголовок, диаметр и глубина которого равны диаметру требуемой полости (рис. 115). Расчет, закладку и взрывание зарядов, а также продувку полостей, образованных взрывами, производят в соответствии со ст. 196.

ГЛАВА VI

ПОДРЫВАНИЕ СТЕН И ЗДАНИЙ

198. Для подрывания кирпичных, каменных, бетонных и железобетонных стен и зданий применяются контактные и неконтактные заряды ВВ.

Применение неконтактных зарядов для подрывания отдельно стоящих стен связано с повышенным расходом ВВ и рекомендуется только для тех случаев, когда использование контактных зарядов по тем или иным причинам затруднено или вовсе невозможно.

Для подрывания зданий, в целом представляющих собой замкнутые полые коробки, применение неконтактных зарядов, располагаемых внутри помещений, в ряде случаев более выгодно не только по затрате рабочего времени, но и по расходу ВВ.

ПОДРЫВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТЕН

199. Обрушение отдельно стоящих стен производится путем устройства сквозного или несквозного подбоя (сравнительно узкой бреши) по всей длине стен у их основания.

Бескаркасные стены толщиной до 1,0 *м* (рис. 116) подрываются наружными сосредоточенными или удлиненными зарядами, располагаемыми у основания стен без забивки или с забивкой мешками с грунтом и другими материалами. Кумулятивные удлиненные заряды применяются без забивки. Стены толщиной до 0,5 *м* в целях экономии средств взрывания и упрощения работ целесообразно подрывать удлиненными зарядами.

При толщине стен более 1,0 *м* (рис. 117) в целях экономии ВВ сосредоточенные заряды целесообразно закла-

дывать в ниши, рукава или колодцы, а удлиненные — в борозды или ровики, выделываемые у основания стен.

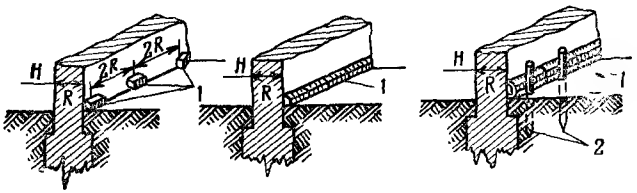


Рис. 116. Подрывание бескаркасных стен наружными зарядами:

а — сосредоточенными, *б* — удлиненными; *в* — кумулятивными удлиненными; *1* — заряды; *2* — колья

При наличии достаточного количества времени и соответствующего бурового инструмента стены толщиной 0,5 *м* и более подрываются зарядами в шпурах.

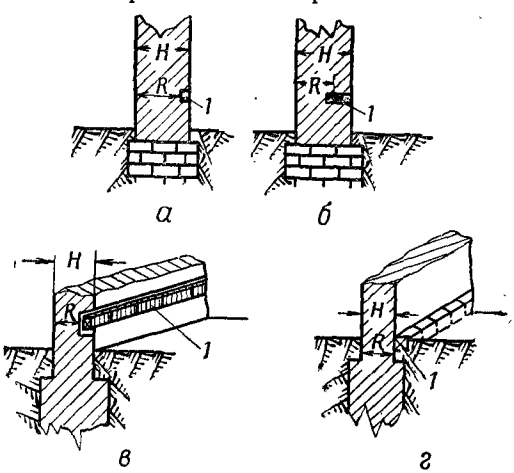


Рис. 117. Подрывание бескаркасных стен внутренними зарядами:

а — сосредоточенными зарядами в нишах; *б* — то же, в рукавах; *в* — удлиненным зарядом в борозде; *г* — то же, в ровике; *1* — заряды

При ускоренном подрывании наружные заряды как с забивкой, так и без забивки могут применяться при любой толщине стен.

200. В целях обеспечения сплошного (непрерывного) подбоя подрываемой стены удлиненные заряды должны перекрывать ее по всей длине, а расстояния между сосредоточенными зарядами не должны превышать удвоенного расчетного радиуса разрушения.

Расчетный радиус разрушения R должен, как правило, вписываться в габарит подрываемой стены (рис. 118, *а*), но от этого правила могут быть отступления. В одном случае (рис. 118, *б*) радиус разрушения не должен достигать поверхности стены, обращенной в ту сторону, куда не должны лететь осколки; в другом случае

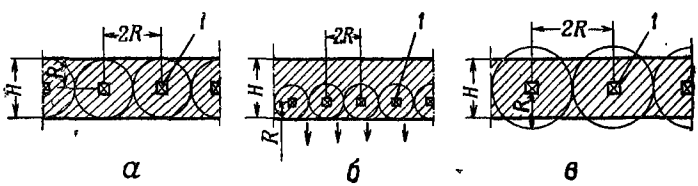


Рис. 118. Расположение зарядов в стене при различных значениях расчетного радиуса разрушения:
а — при $R = \frac{H}{2}$; *б* — при $R < \frac{H}{2}$; *в* — при $R > \frac{H}{2}$; *1* — заряды

(рис. 118, *в*), когда необходимо сэкономить время на выделке рукавов, ниш и т. п., но можно допустить некоторое увеличение расхода ВВ, он может выступать за пределы стены.

Расчет сосредоточенных и удлиненных контактных зарядов для подрывания стен производится по формулам (26) и (27); пробивная способность кумулятивных зарядов определяется по табл. 2; неконтактные заряды рассчитываются по формуле (29).

201. При шпуровом методе подрывания стен для устройства сквозного подбоя шпуры располагаются в два ряда, в шахматном порядке (рис. 119). Глубина (длина) шпуров принимается равной двум третям толщины подрываемых стен.

Расстояния между шпурами в рядах и между рядами шпуров зависят от материала подрываемой стены: в стенах из кирпича, камня и бетона указанные расстояния принимаются равным глубине шпуров, а в железобетон-

ных стенах в зависимости от количества арматуры они могут уменьшаться в полтора — два раза.

Для устройства несквозного подбоя стен шпуры располагаются в один ряд, а глубина шпуров принимается равной половине толщины подрываемой конструкции. Расстояния между шпурами принимаются такими же, как в случае устройства сквозного подбоя стен.

Вес шпуровых зарядов определяется по формуле (28). Шпуры заполняются зарядами не более чем

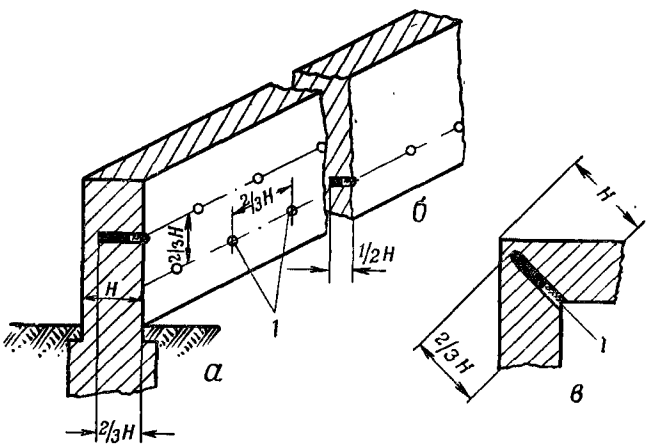


Рис. 119. Расположение шпуровых зарядов в стене:
а — при устройстве сквозного подбоя; *б* — при устройстве несквозного подбоя; *в* — в углу; *1* — шпуры

на две трети их глубины, а на одной трети шпура делается забивка. В качестве материала забивки используются глина, песок или буровая мука; два последних материала применяются в бумажных патронах.

Устройство шпуров в углах стен обязательно. Угловые шпуры (рис. 119, *в*) располагаются один над другим и пробуриваются в направлении биссектрисы угла на две трети толщины стены, измеренной по тому же направлению.

В случае недопустимости разлета осколков при подрывании стен шпуровыми зарядами необходимо на расстоянии 2—3 *м* от наружной поверхности стен по всей длине подрываемого участка устраивать защитные

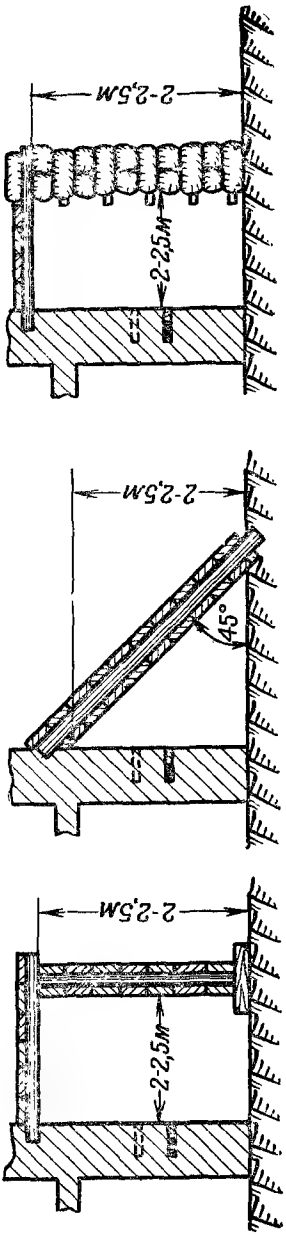


Рис. 120. Защитные стенки для перехвата осколков:
а — дощатая вертикальная; *б* — дощатая наклонная; *в* — вертикальная из мешков с грунтом

стенки (рис. 120). Такие стенки устанавливаются вертикально или с наклоном до 45° в сторону подрываемой стены и устраиваются из дощатых щитов или из мешков, наполненных грунтом. По высоте защитные стенки должны перекрывать верхнюю границу ожидаемого подбоя стены не менее чем на 0,5 *м*.

202. Каркасные стены (рис. 121) обрушиваются подрыванием всех стоек каркаса и устройством сквозного подбоя в заполнении. Подрывание стоек производится в нижней их части контактными сосредоточенными зарядами, размещаемыми на поверхности земли или с заглублением в грунт до обреза фундаментов. Подбой в заполнении устраивается по ст. 200.

При подрывании каркасных стен необходимо иметь в виду, что возможно падение их в сторону целиком, без обрушения (разваливания) на месте.

Вес зарядов для подрывания стоек каркаса зависит от их материала и определяется в соответствии с указаниями по расчету зарядов для подрывания стальных или

железобетонных элементов конструкций (ст. 141 и 147). Для железобетонных стоек заряды рассчитываются на выбивание бетона. Толщина облицовки (заполнения) со стороны расположения зарядов включается в расчетную толщину стоек.

203. Пробивание отдельных отверстий в бескаркасных стенах или в заполнении каркасных стен производится взрывами контактных и в некоторых слу-

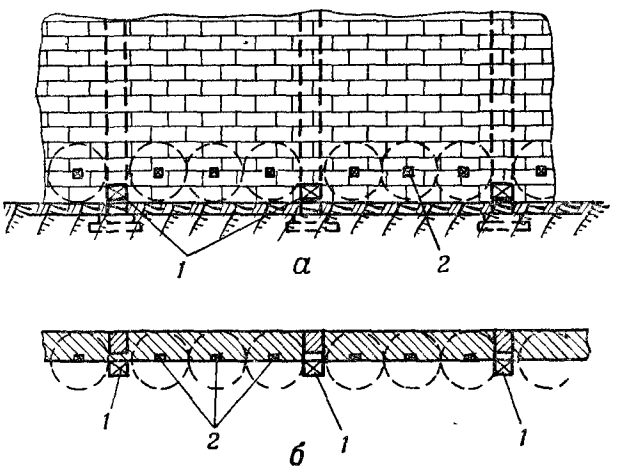


Рис. 121. Подрывание каркасной стены сосредоточенными зарядами:

а — фасад стены; *б* — план; *1* — заряды для подрывания стоек каркаса; *2* — заряды для устройства подбоя в заполнении

чаях неконтактных сосредоточенных зарядов, рассчитываемых по ст. 147 и 151. При устройстве отверстий диаметром более двух толщин стены за расчетный радиус разрушения принимается не толщина стены, а радиус требуемого отверстия.

Пример 1. Требуется обрушить стену толщиной $H=0{,}8$ *м* и длиной $l=16$ *м*, сложенную из кирпича на цементном растворе. Определить вес и количество необходимых для этой цели наружных сосредоточенных зарядов, а также вес одного удлиненного наружного заряда ВВ.

Сосредоточенные заряды:

Определяем вес одного заряда по формуле (26) ст. 147 ($R=H$, коэффициенты A и B — по табл. 19 и 20)

$$C = ABR^3 = 1{,}2 \cdot 9 \cdot 0{,}8^3 = 5{,}6 \text{ кг}.$$

Определяем количество зарядов m, принимая расстояиия между ними $2R = 2 \cdot 0{,}80 = 1{,}60$ *м*:

$$m = l : 2R = 16{,}0 : 1{,}60 = 10 \text{ шт.}$$

Определяем общий расход ВВ

$$mC = 10 \cdot 5{,}6 = 56{,}0 \text{ кг.}$$

Удлиненный заряд:

Определяем вес заряда по формуле (27) ст. 148 (коэффициенты A и B — по табл. 19 и 20)

$$C = 0{,}5ABR^2l = 0{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 9 \cdot 0{,}8^2 \cdot 16 = 55{,}0 \text{ кг.}$$

Чтобы получнть непрерывный удлиненный заряд, увеличиваем его вес до 64,0 *кг* (один ряд больших тротиловых шашек).

Пример 2. Требуется обрушить бетонную стену толщиной 0,9 *м* и длиной 18,0 *м*. Определить вес и количество располагаемых в шпурах зарядов ВВ, необходимых для устройства сквозного подбоя.

В соответствии с указаниями ст. 201 принимаем два ряда шпуров.

Глубина шпуров составит

$$h = \frac{2}{3} H = \frac{2}{3} \cdot 0{,}90 = 0{,}60 \text{ м.}$$

Вес одного заряда по формуле (27) и табл. 22 равен

$$C = Kh^3 = 0{,}81 \cdot 0{,}6^3 = 0{,}175 \text{ кг.}$$

Округляем до 0,225 *кг* (три буровые шашки, которые займут немного больше одной третн шпура).

По ст. 201 расстояния между шпурами равны глубине шпуров, т. е. 0,60 *м*; поэтому количество шпуров в одном ряду будет равно

$$m = \frac{l}{h} = \frac{18{,}0}{0{,}60} = 30 \text{ шт.}$$

Общее количество шпуров в двух рядах составнт

$$2m = 2 \cdot 30 = 60 \text{ шт.}$$

Общий расход ВВ на 60 зарядов будет равен

$$0{,}225 \cdot 60 = 13{,}50 \text{ кг.}$$

ПОДРЫВАНИЕ ЗДАНИЙ

204. Бескаркасные здания, башни, фабричные трубы, колокольни и т. п. подрываются:

— сосредоточенными или удлиненными контактными зарядами, размещаемыми у капитальных стен (или в стенах);

— сосредоточенными неконтактными зарядами, располагаемыми внутри зданий.

Выбор степени разрушения и способа подрывания зданий определяется поставленной задачей, а также наличием подрывных средств и времени на производство подрывных работ.

205. Если нужно вывести здание из строя на непродолжительный срок или разрушить его так, чтобы не завалить улицы и не повредить соседних зданий, то достаточно подорвать сосредоточенными или удлиненными зарядами (предпочтительней в нишах или

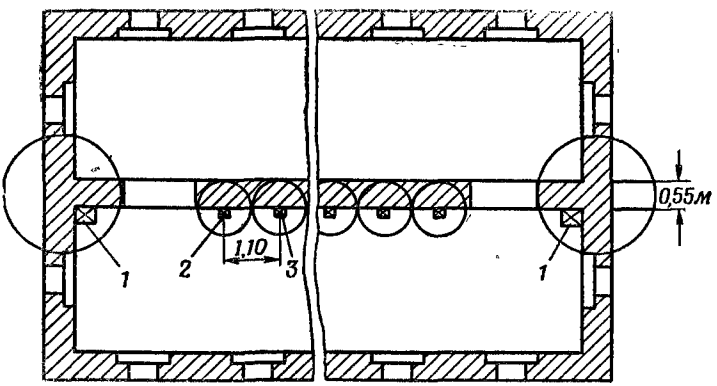


Рис. 122. Повреждение здания подрыванием внутренней капитальной стены:
1, 2, 3 — заряды

рукавах) внутренние капитальные стены и колонны (столбы), поддерживающие междуэтажные перекрытия (рис. 122).

При необходимости полного обрушения здания на месте (без валки в определенную сторону) во всех его капитальных стенах (рис. 123) в одном и том же уровне взрывом сосредоточенных, удлиненных или шпуровых зарядов устраивается сквозной подбой одинаковой ширины. Подбой целесообразно устраивать в уровне низа оконных или дверных проемов первого этажа или подвала.

В результате устройства такого подбоя здание обрушивается («садится») на свое основание; при этом стены разваливаются на отдельные куски различной крупности. Ширина получаемого таким образом завала дости-

гает половины высоты стен; высота завала составляет приблизительно одну треть высоты здания.

При большой протяженности зданий обрушение их на месте может производиться по частям (секциям) с соблюдением намеченной последовательности.

В целях предупреждения завала улиц, нежелательного при обрушении зданий на месте, фасадные стены целесообразно привязывать к задним стенам тросами.

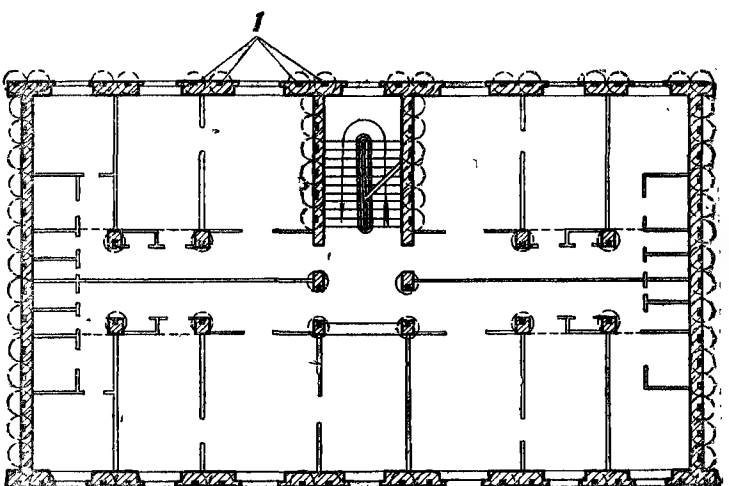


Рис. 123. Обрушение секций здания на месте подрыванием всех капитальных стен и колонн:
1 — заряды

Пример. Трёбуется обрушить на месте кирпичное здание с целью не дать противнику возможности немедленно использовать его под жилье. Стены здания сложены на известковом растворе. Определнть вес н необходимое количество зарядов.

Исходя нз задання целесообразно подорвать только внутреннюю капитальную стену толщиной 0,55 *м*, для чего применяются сосредоточенные наружные заряды, уложенные вплотную к стене у плинтуса (см. рис. 122).

При расчете зарядов № 1 принимаем радиус разрушения $R_1 = 1{,}5H = 1{,}5 \cdot 0{,}55 = 0{,}85$ *м*; при расчете всех остальных зарядов принимаем $R_2 = H = 0{,}55$ *м*.

Расчет зарядов производим по формуле (29) ст. 151 (коэффициенты A и B — по табл. 19 и 20).

Заряды № 1:

$$C_1 = ABR_1^3 = 1 \cdot 9 \cdot 0{,}85^3 = 5{,}5 \text{ кг}.$$

Принимаем $C_1 = 5{,}6$ *кг* (четырнадцать больших тротиловых шашек).

Остальные заряды:

$$C_2 = ABR_2^3 = 1 \cdot 9 \cdot 0{,}55^3 = 1{,}58 \text{ кг}.$$

Принимаем $C_2 = 1{,}6$ *кг* (четыре большие шашки).

206. Для валки зданий в определенную сторону в целях устройства завалов на улицах (рис. 124) капитальные стены их подрываются следующим образом.

В стене, обращенной в сторону валки здания, устраивается сквозной подбой взрывами зарядов, рассчитанных на радиус разрушения, превышающий толщину стены на 25%. В торцовых стенах также устраивается сквозной подбой, но заряды для его устройства рассчитываются на радиус разрушения, равный толщине этих стен. В задней стене взрывами зарядов, рассчитанных на радиус разрушения, составляющий три четверти ее толщины, устраивается несквозной подбой.

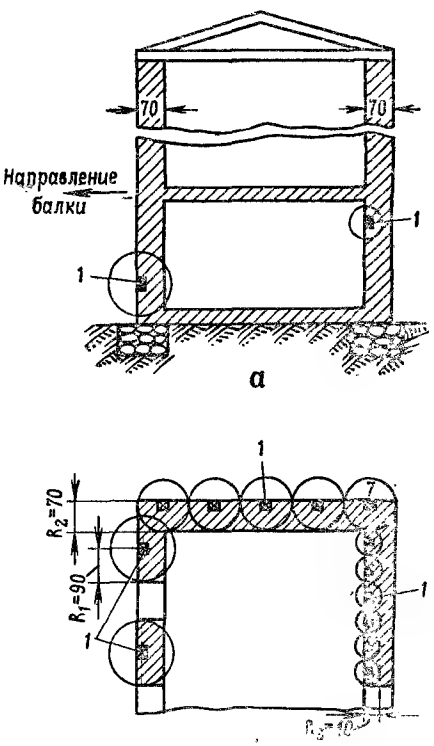


Рис. 124. Валка здания в сторону путем подрывания стен:

а — поперечный разрез здания; *б* — план; *1* — заряды

Для подрывания всех стен применяются наружные контактные заряды или заряды в нишах (бороздах). В стене, обращенной в сторону валки здания, заряды

располагаются с внешней стороны на расстоянии расчетного радиуса разрушения от обреза фундамента. Заряды в торцовых стенах располагаются также с внешних сторон на уровне низа оконных проемов. В задней стене заряды располагаются с внутренней стороны на уровне верха оконных проемов.

При шпуровом методе подрывания в стене, обращенной в сторону валки здания, шпуры располагаются в два—три ряда, а в торцовых и в задней стенах — в один ряд. При этом глубина шпуров во всех стенах, кроме задней, определяется из условия устройства сквозного подбоя, а в задней стене — из условия устройства подбоя не на всю ее толщину. Расположение зарядов в шпурах относительно поверхностей подрываемых стен и по вертикали аналогично указанному выше.

Пример. Требуется свалить здание в одну сторону для заграждения улицы. Стены здания — кирпичные на цементном растворе, толщина стен 0,70 *м*. Определить вес, количество и расположение зарядов.

Для выполнения задачи (см. рис. 124) устраиваем:

— сквозной подбой в фасадной стене сосредоточенными зарядами в нишах при $R_1 = 1{,}25H = 1{,}25 \cdot 0{,}7 = 0{,}9$ *м*;

— сквозной подбой в обеих торцовых стенах сосредоточенными зарядами в нишах при $R_2 = H = 0{,}7$ *м*;

— несквозной подбой в задней стене сосредоточенными зарядами в нишах при $R_3 = 0{,}75H = 0{,}75 \cdot 0{,}7 \approx 0{,}55$ *м*.

Расчет зарядов производим по формуле (26) ст. 147 (коэффициенты A и B — по табл. 19 и 20).

Заряды в фасадной стене:

$$C_1 = ABR_1^3 = 1{,}2 \cdot 9 \cdot 0{,}9^3 = 7{,}8 \text{ кг}.$$

Принимаем $C_1 = 8{,}0$ *кг* (двадцать больших тротиловых шашек).

Заряды в торцовых стенах:

$$C_2 = ABR_2^3 = 1{,}2 \cdot 9 \cdot 0{,}7^3 = 3{,}7 \text{ кг}.$$

Принимаем $C_2 = 4{,}0$ *кг* (десять больших тротиловых шашек).

Заряды в задней стене:

$$C_3 = ABR_3^3 = 1{,}2 \cdot 9 \cdot 0{,}55^3 = 1{,}8 \text{ кг}.$$

Принимаем $C_3 = 1{,}8$ *кг* (четыре большие и одна малая шашка).

Количество зарядов определяем по чертежу при помощи циркуля.

207. При подрывании бескаркасных зданий неконтактными зарядами, расположенными внутри помеще-

ний, достигается эффект, аналогичный обрушению зданий на месте, но с разбросом обломков на значительно большие расстояния во все стороны.

В бесподвальных зданиях неконтактные заряды располагаются на полу первого этажа. В зданиях, имеющих подвалы, такие заряды наиболее целесообразно располагать на полу подвальных помещений. При равной толщине стен заряды располагаются посередине помещений; если же толщина стен неодинакова, то заряды нужно располагать ближе к более толстой стене.

Количество неконтактных зарядов зависит от протяженности здания и количества внутренних капитальных стен в нем. Если длина подрываемого здания значительно больше его ширины, то целесообразно располагать в нем несколько одновременно взрываемых зарядов на расстояниях, приблизительно равных удвоенной ширине здания. При наличии внутренних капитальных стен (перегородки не учитываются) в каждой из секций, отделяемых этими стенами, целесообразно закладывать отдельный заряд.

Вес неконтактных зарядов, располагаемых внутри здания, зависит от объема помещения и от толщины окружающих стен. Суммарный вес зарядов, располагаемых в первом этаже здания, при толщине стен от 0,50 до 2,0 *м*, определяется из расчета соответственно от 0,10 до 0,40 *кг* ВВ на один кубический метр общего внутреннего объема первого этажа. При расположении зарядов в подвале их суммарный вес определяется из расчета 1,0 *кг* ВВ на один кубический метр общего объема подвальных помещений.

Общее количество ВВ, вычисленное по одному из указанных правил, распределяется по отдельным зарядам (если применяется не один, а несколько зарядов) пропорционально объемам секций, в которых эти заряды будут располагаться.

Заряды, рассчитанные по указанным правилам, обеспечивают разрушение зданий при отсутствии забивки оконных и дверных проемов. Поэтому устройство такой забивки, хотя она несколько повышает эффект разрушения, необязательно.

Заметное влияние на понижение эффекта разрушения зданий может оказывать наличие пустого простран-

ства* под полом первых этажей, в которых располагаются неконтактные заряды. При наличии пустоты под полом ее объем включается в расчетный объем помещений.

Пример. Требуется обрушить на месте здание длиной 57,6 *м* и шириной 12 *м* в свету (рис. 125). Здание четырехэтажное без подвала, стены кирпичные толщиной 0,70 *м*. Высота помещений первого этажа равна 3,5 *м*. Время на подрывание сильно ограничено. Определить количество и вес зарядов.

В соответствии с задачей решаем подорвать здание неконтактными зарядами, расположенными на полу первого этажа.

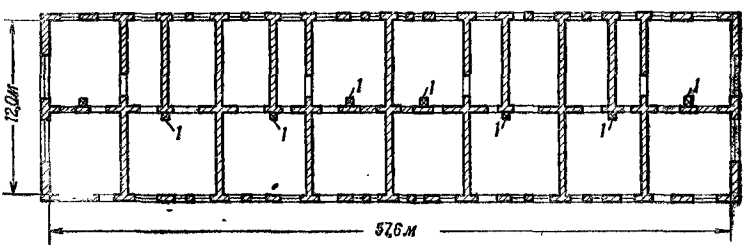


Рис. 125. Обрушение здания на месте взрывом неконтактных зарядов, расположенных на полу первого этажа:
1 — заряды

При данной толщине стен общий вес зарядов определяется из расчета приблизительно 0,15 *кг* на один кубический метр объема всего первого этажа.

Таким образом, общий вес зарядов составит

$$C = 0{,}15 \cdot 57{,}6 \cdot 12 \cdot 3{,}5 = 365 \text{ кг},$$

Принимаем округленно $C = 400$ *кг*, деля их на восемь отдельных зарядов (по количеству секций в здании) весом по 50 *кг* каждый.

208. Башни и колокольни бескаркасной конструкции подрываются контактными зарядами у стен (в стенах) или неконтактными сосредоточенными зарядами, расположенными на полу первого этажа. Контактные заряды применяются при любой толщине стен, неконтактные — при толщине стен не более 2,0 *м*.

При обрушении башен и колоколен на месте контактные заряды располагаются по всему периметру стен у их основания с наружной или с внутренней стороны. При валке башен и колоколен в определенном на-

* Имеется в виду не подвал, а пространство небольших размеров, которое не может быть использовано для размещения зарядов.

правлении контактные заряды размещаются по полупериметру основания в нишах, рукавах или бороздах, выделанных с наружной поверхности стены, обращенной в сторону валки сооружения.

Вес контактных зарядов определяется по формулам (29) и (30); вес неконтактных зарядов, располагаемых на полу первого этажа, принимается из расчета 1,0 *кг* ВВ на один кубический метр внутреннего объема этого этажа.

Все большие отверстия в стенах башен (колоколен) при подрывании их неконтактными зарядами, расположенными на полу, забиваются досками и закладываются мешками с грунтом или другим материалом. Если башня сверху открыта или не разделена на этажи, то количество ВВ для ее подрывания определяется не по внутреннему объему, а по площади пола, считая на один квадратный метр его 3—4 *кг* ВВ.

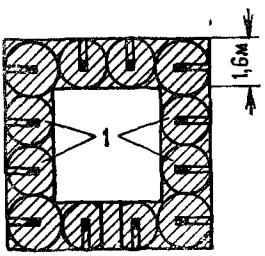


Рис. 126. Обрушение башни на месте путем подрывания всех стен шпуровыми зарядами:
1 — заряды

Пример. Требуется обрушить на месте башню с целью уничтожения ориентира. Стены башни выложены из естественного камня на цементном растворе и имеют толщину 1,60 *м*. Определить вес и количество необходимых для обрушения башни шпуровых зарядов (рис. 126).

Заряды с забивкой при глубине шпуров $h = \frac{2}{3} \cdot 1{,}60 = 1{,}05$ *м* рассчитываем по формуле (27), ст. 148 (коэффициент K — по табл. 22)

$$C = Kh^3 = 0{,}54 \cdot 1{,}05^3 = 0{,}62 \text{ кг}.$$

Принимаем $C = 0{,}675$ (девять буровых тротиловых шашек, которые займут по длине 0,63 *м*, т. е. немного меньше двух третей глубины шпура).

В целях получения достаточно широкого сквозного подбоя принимаем два ряда шпуров; расстояния между шпурами и рядами шпуров принимаем равными 1,0 *м* (ст. 201).

Количество зарядов показано на рис. 126 (определено графически).

209. Кирпичные заводские трубы разрушаются обрушением на месте или валкой их в определенную сторону.

Для подрывания труб с целью их обрушения на месте применяются:

— контактные сосредоточенные и удлиненные заряды, располагаемые с наружной или с внутренней стороны стен по всей их окружности; расчет зарядов производится по формулам (29) и (30); за радиус разрушения, в зависимости от способа закладки зарядов в стену, принимается от половины до полной толщины стены; расстояния между сосредоточенными зарядами должны составлять от 1,5 до 1,75 расчетного радиуса разрушения;

— неконтактные сосредоточенные заряды, располагаемые внутри труб в середине их основания; вес зарядов определяется из расчета 4—5 *кг* ВВ на один квадратный метр площади отверстия трубы у ее основания; во входах в трубы должна при этом устраиваться забивка.

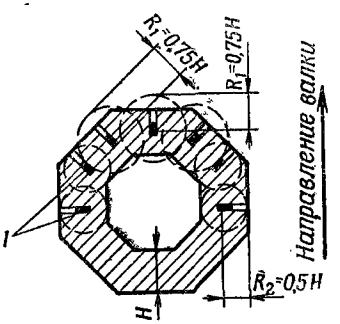


Рис. 127. Валка заводской трубы в сторону путем подрывания стен зарядами в рукавах:
1 — заряды

При валке труб в сторону (рис. 127) применяются сосредоточенные заряды, располагаемые в рукавах, выделанных с наружной стороны труб до половины толщины их стен. Рукава располагаются по полуокружности (полупериметру) трубы в нижней части ее со стороны, обращенной в сторону валки.

Расчет зарядов, располагаемых в средней части подрываемого участка (подбоя) трубы, производится на радиус разрушения, равный трем четвертям толщины стены; при расчете остальных зарядов радиус разрушения принимается равным половине толщины стены. Расстояния между зарядами определяются по наружной поверхности трубы и принимаются равными 1,75 расчетного радиуса разрушения.

210. Каркасные здания и башни так же, как и бескаркасные сооружения этого типа, могут разрушаться путем обрушения на месте или путем валки в определенном направлении.

Обрушение каркасных зданий на месте (рис. 128) до-

стигается подрыванием всех вертикальных несущих элементов каркаса (стоек, колонн) у их основания.

Подрывание каркасных зданий (с целью обрушения на месте) неконтактными зарядами, расположенными во внутренних помещениях, как правило, нецелесообразно. Взрывом таких зарядов выбрасывается в стороны заполнение стен, а несущие элементы каркаса в большинстве случаев только деформируются. Подрывание каркасных зданий неконтактными заря-

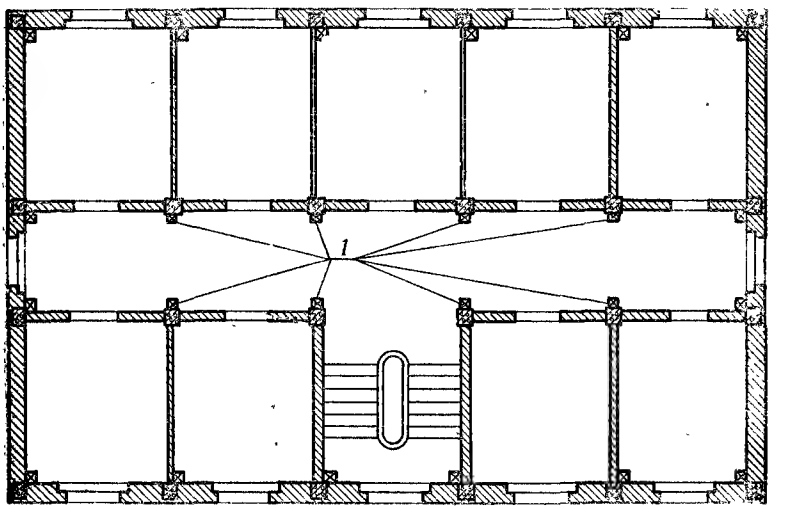


Рис. 128. Обрушение каркасного здания на месте путем подрывания всех стоек каркаса в одном уровне:
1 — заряды

дами допускается только в целях выведения их из строя на непродолжительные сроки.

Для валки каркасных зданий в определенном направлении с целью устройства завалов на улицах (рис. 129) подрываются несущие вертикальные элементы каркаса всех стен в разных уровнях; в стенах, обращенных в сторону валки зданий, необходимо также устраивать сквозной подбой в заполнении.

Размещение зарядов по высоте элементов каркаса различных стен, а также по отношению к их наружным и внутренним поверхностям производится в соответствии с указаниями ст. 206.

Заряды, рассчитываемые по ст. 141 или по ст. 147, размещаются на стойках торцовых и внутренних капитальных стен; стойки задних стен подрываются зарядами в полтора раза меньшего веса. Заряды для подрывания стоек стены, обращенной в сторону валки здания, по сравнению с зарядами на стойках торцовых стен увеличиваются в два раза.

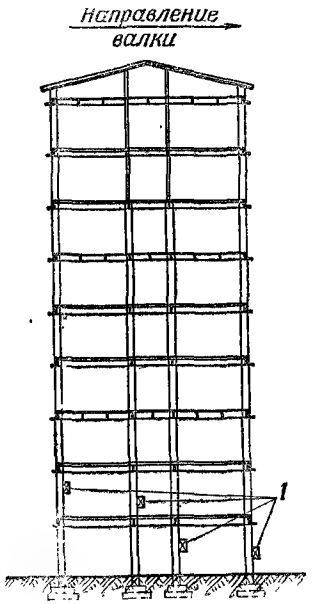


Рис. 129. Валка каркасного здания в сторону путем подрывания стоек каркаса в разных уровнях:
1 — заряды

Для устройства сквозного подбоя в заполнении стены, обращенной в сторону валки здания, применяются сосредоточенные или удлиненные контактные заряды, располагаемые в одном уровне с зарядами на стойках каркаса. Расчет зарядов для устройства подбоя производится по формулам (26) и (27).

211. При валке отдельно стоящих стен, высоких зданий, башен, колоколен и заводских труб с целью обеспечения большей надежности падения их в заданном направлении целесообразно прикреплять к верхним частям конструкций тросовые оттяжки, осуществляя предварительное натяжение их в сторону валки сооружения.

ГЛАВА VII

ПОДРЫВАНИЕ МОСТОВ И ТУННЕЛЕЙ

212. Подрывание мостов и туннелей производится в целях устройства заграждений на дорогах.

При подрывании мостов, туннелей и других искусственных сооружений на дорогах должны решаться одновременно две основные задачи:

— создать заграждения, преодоление которых войсками противника требовало бы с их стороны наибольшей затраты сил и времени;

— в наибольшей степени затруднить противнику возможность восстановления разрушенных участков дорог.

213. В зависимости от обстановки и поставленной задачи мосты и туннели могут разрушаться полностью по всей их длине или только на отдельных, наиболее важных участках, подрыванием которых при наименьших затратах средств и времени можно обеспечить устройство достаточно эффективного заграждения.

В мостах разрушению могут подвергаться все опоры и пролетные строения, либо часть опор и пролетных строений между ними, либо только пролетные строения, или только опоры в некоторых пролетах. В случае неполного разрушения мостов подрываются, как правило, наибольшие русловые пролеты и соответствующие им (обычно наиболее высокие) опоры.

При неполном разрушении туннелей подрыванию обычно подвергаются входные участки на большем или меньшем протяжении, включая порталы.

При полном разрушении туннелей, кроме входов в них, подрываются также отдельные внутренние участки различной протяженности.

При разрушении мостов через судоходные реки и каналы необходимо учитывать, что обрушенные части пролетных строений могут загромоздить фарватер, вследствие чего судоходство по реке (каналу) станет невозможным. Если прекращение судоходства недопустимо, то в задаче (распоряжении) на подрывание моста должны указываться требуемые габариты свободного прохода по фарватеру.

214. Как при полном, так и неполном разрушении мостов и туннелей должна обеспечиваться достаточная степень дробления подрываемых частей сооружения. При подрывании мостов (особенно деревянных) не следует оставлять противнику значительных по размерам элементов конструкций, пригодных для использования при восстановлении.

В то же время нельзя допускать, чтобы в результате подрывания сооружение превращалось бы в мелкие обломки, разбросанные по сторонам. Во всех случаях, кроме оговоренных в ст. 213 (сохранение возможности судоходства), необходимо обеспечивать максимально возможное загромождение оси подрываемого сооружения достаточно крупными и по возможности не полностью отделенными друг от друга обломками.

215. Подрывание мостов и туннелей рекомендуется производить малым количеством зарядов, что упрощает устройство взрывных сетей и сокращает время на подготовку сооружений к разрушению.

При подрывании мостов и туннелей должно обеспечиваться одновременное взрывание всех зарядов, расположенных в конструкциях данного сооружения. Для взрывания зарядов применяются дублирующие друг друга электровзрывные сети, в ряде случаев комбинируемые с детонирующим шнуром.

Детонирующий шнур наиболее целесообразно применять для бескапсюльного взрывания внутренних зарядов. При этом шнур в две — три нити через забивку должен выводиться от заряда на поверхность и подсоединяться к электродетонаторам основной и дублирующих электровзрывных сетей.

В некоторых случаях, когда количество одновременно взрываемых зарядов на конструкциях сооружения велико, может оказаться целесообразным применение детонирующего шнура и для взрывания некоторых наружных зарядов, не охватываемых электровзрывными сетями.

При подрывании железнодорожных туннелей взрывание зарядов, как правило, должно производиться при помощи сетей детонирующего шнура без сочетания их с электровзрывными сетями.

Применение электрического способа взрывания в данном случае не рекомендуется в связи с опасностью наведения тока в электровзрывных сетях под воздействием постоянных электрических линий, проходящих через туннель.

При применении электрического способа для взрывания зарядов в железнодорожных туннелях электровзрывные сети должны изготовляться из экранированного провода или прокладываться в металлических трубах.

216. Прокладка взрывных сетей должна осуществляться с таким расчетом, чтобы провода и детонирующий шнур защищались от повреждения осколками, ударной воздушной волной и световым излучением по возможности самими конструкциями подрываемых сооружений.

На мостах взрывные сети целесообразно прокладывать под проезжей частью и крепить их тем или иным способом (прибиванием проволочными скобами, привязыванием мягкой проволокой и т. п.) к внутренним сторонам элементов конструкций. В туннелях провода и детонирующий шнур протягиваются вдоль стен по возможности в уровне пят сводов и прочно закрепляются на установленных в стенах пробках, крючьях и т. п.

На участках, где взрывные сети выходят наружу, провода и детонирующий шнур должны защищаться от повреждений металлическими трубами, уголками, дощатыми накладками и т. п. Магистральные провода на участках от подрывной станции до подрываемого сооружения, как правило, должны укладываться в грунт.

217. При подрывании особо важных мостов и туннелей на случай отказа зарядов, заложенных в сооруже-

ние при подготовке его к подрыву, необходимо иметь резервный заряд ВВ на автомобиле (платформе), достаточный для разрушения моста (туннеля) хотя бы в одном сечении.

ПОДРЫВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ МОСТОВ

218. В деревянных мостах подрываются опоры и пролетные строения. В целях затруднения действий противника по восстановлению разрушенных деревянных мостов свайные опоры должны подрываться по возможности ниже уровня воды; пролетные строения обычно подрывают так, чтобы были перебиты, по меньшей мере в одном сечении, основные несущие элементы.

Деревянные мосты подрываются сосредоточенными неконтактными зарядами, каждый из которых предназначается для перебивания нескольких элементов конструкций, расположенных на различных расстояниях от его центра и в различных плоскостях.

Заряды рассчитываются по ст. 137 исходя из условий разрушения в данном поперечном сечении моста всех его несущих элементов (прогонов, поясов ферм, свай и т. п.).

219. Низководные деревянные мосты, отличающиеся малыми пролетами, а также малой высотой опор и пролетных строений, целесообразно подрывать зарядами, размещаемыми по одному в середине каждой разрушаемой опоры на высоте, равной примерно половине расстояния от поверхности воды (при отсутствии воды — от поверхности грунта) до настила (рис. 130). Заряды рассчитываются на разрушение крайних прогонов.

Размещение и крепление неконтактных зарядов и электровзрывных сетей на конструкциях низководных мостов производятся, как правило, непосредственно с лодок (с грунта) без устройства подмостей. Пример расположения зарядов и электровзрывных сетей на конструкциях низководного деревянного моста приведен на рис. 131.

220. Подрывание высоководных деревянных мостов, имеющих пролеты до 25 *м* и высоту опор до 6 *м*, производится зарядами, располагаемыми над опорами

(рис. 132). Взрывом таких зарядов разрушаются концы пролетных строений и верхние части опор.

При длине пролетов более 25 *м* пролетные строения дополнительно подрываются зарядами, располагаемыми в серединах пролетов (рис. 133, *а*).

При высоте опор более 6 *м* их нижние части дополнительно подрываются зарядами, располагаемыми под водой на глубине 1,5—2 *м* или на дне реки (рис. 133, *б*).

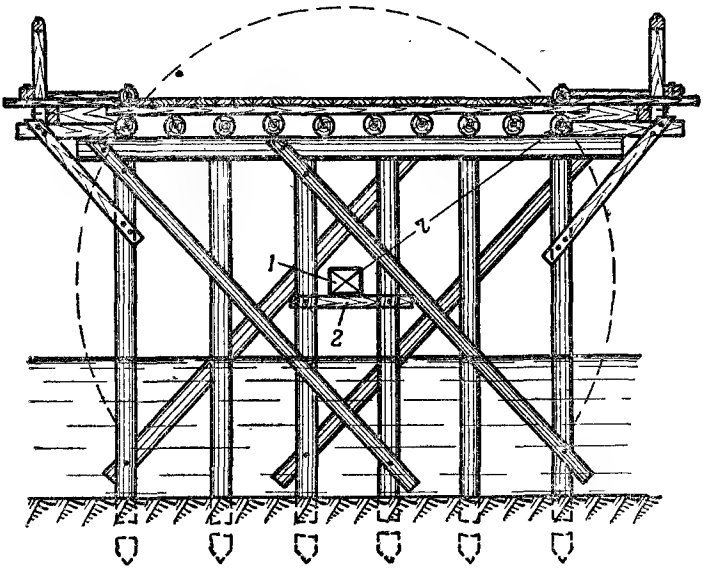


Рис. 130. Подрывание опор и пролетных строений низководных деревянных мостов:
1 — заряд; *2* — подмости для укладки заряда

На суходолах и в пойменной части рек заряды для подрывания нижней части опор располагаются на поверхности грунта.

221. Количество зарядов в каждом сечении подрыва высоководного моста определяется в зависимости от его ширины и высоты пролетного строения.

При ширине моста до 5 *м* (независимо от высоты пролетного строения) в каждом сечении подрыва пролетных строений и опор применяется по одному заряду с расположением их по оси моста (рис. 134, *а*).

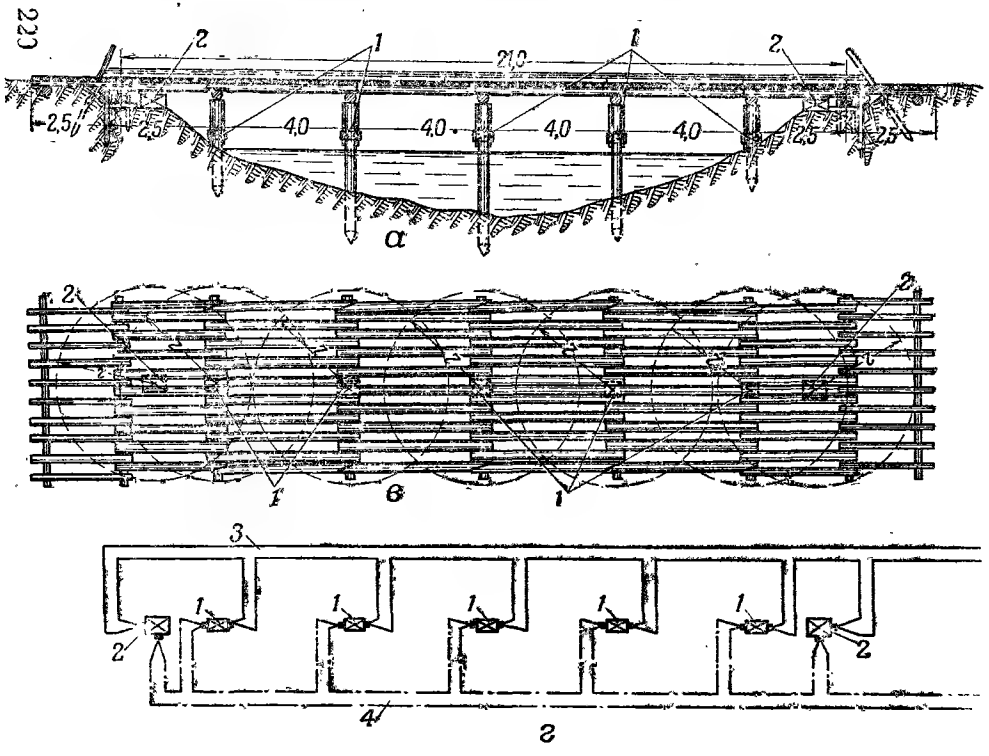


Рис. 131. Расположение зарядов и взрывных сетей на конструкциях низководного деревянного моста:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *в* — план (без настила); *г* — схема взрывных сетей; *1* — заряды в промежуточных опорах; *2* — заряды у береговых опор; *3* — первая (основная) электровзрывная сеть; *4* — вторая (дублирующая) электровзрывная сеть

При ширине моста более 5 *м* и высоте пролетного строения до 2,5 *м* в каждом сечении подрыва (как в пролетах, так и в опорах) более целесообразно применять по два заряда, располагая их на расстояниях, равных $^1/_4$ ширины моста от его оси (рис. 134, *б*).

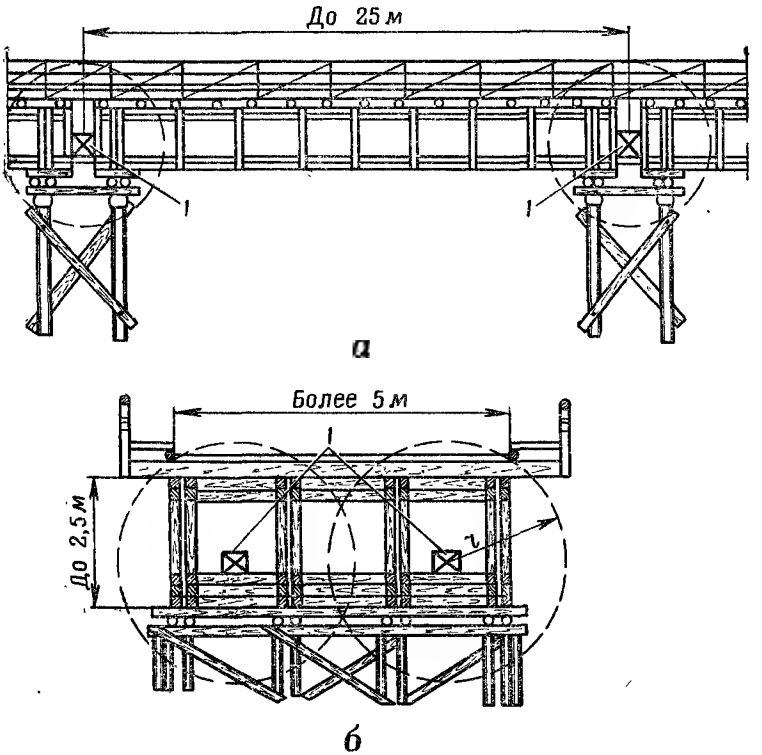


Рис. 132. Подрывание высоководного деревянного моста с дощато-гвоздевыми фермами:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды над опорами

При ширине моста более 5 *м* и высоте пролетного строения свыше 2,5 *м* наиболее целесообразно в сечениях подрыва опор применять по два заряда, а в сечениях подрыва пролетных строений — по одному (см. рис. 133).

222. На мостах с пролетными строениями из дощатых и ригельно-раскосных ферм (рис. 132, 133 и 134), а также из гибких дощатых арок с балкой жесткости (рис. 135) заряды могут располагаться:

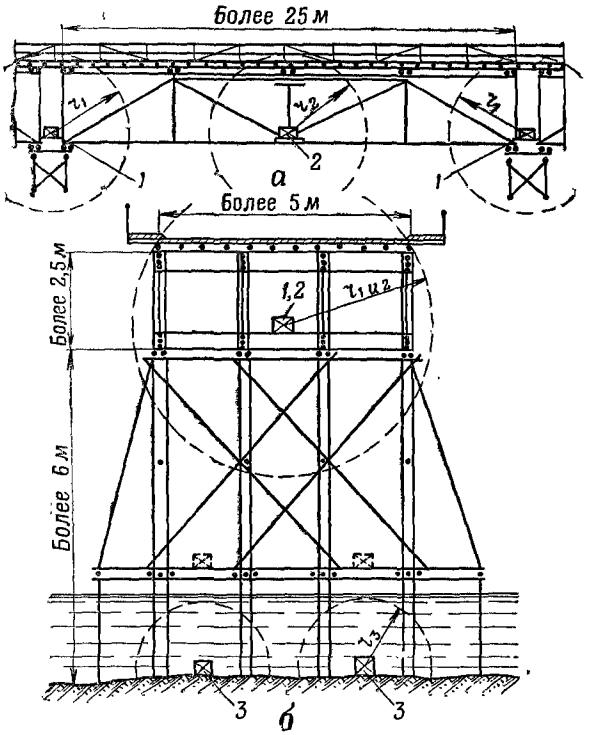


Рис. 133. Подрывание высоководного деревянного моста с ригельно-раскосными фермами:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды над опорами; *2* — заряд в середине пролета; *3* — заряды под водой (пунктиром показано положение зарядов до погружения в воду)

— над опорами — между концами ферм на досках, прибитых к опорным узлам;

— в середине пролетов (при длине их более 25 *м*) — между фермами на досках, прибитых к нижним поясам сверху (рис. 133).

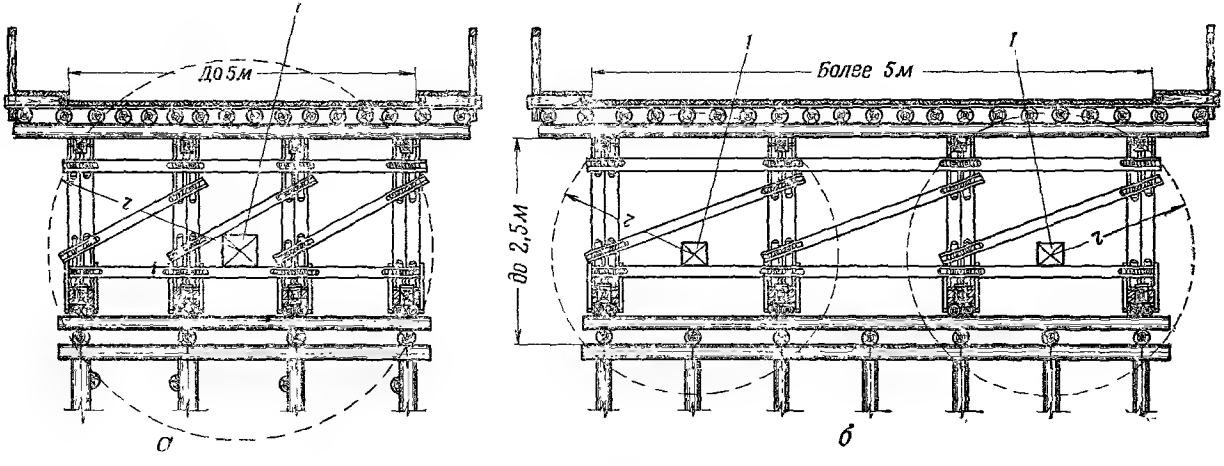


Рис. 134. Подрывание пролетных строений высоководных деревянных мостов:
а — пролетное строение шириной до 5,0 *м*; *б* — то же, шириной более 5,0 *м*; *1* — заряды

На мостах с пролетным строением из ферм Гау-Журавского (рис. 136) заряды целесообразно располагать:

— над опорами — на настиле проезжей части над опорными узлами обеих ферм;

— в середине пролета — на настиле над средними узлами нижних поясов ферм.

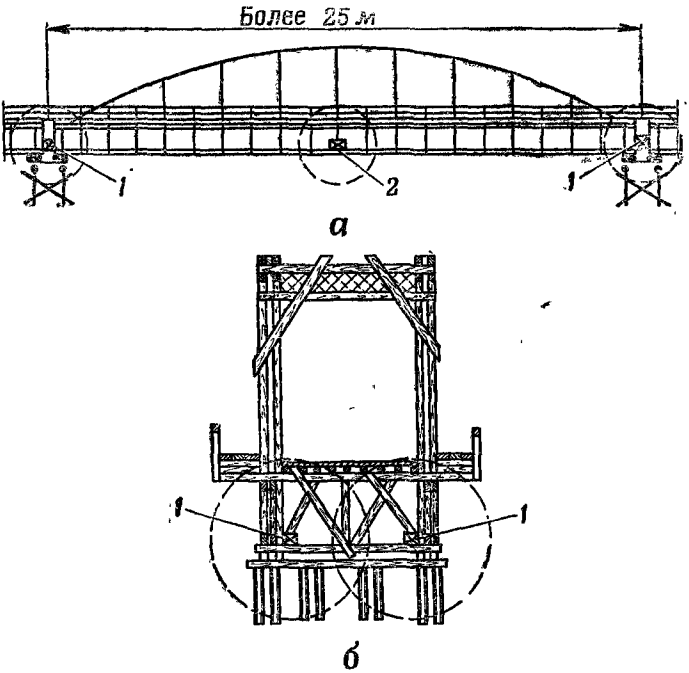


Рис. 135. Подрывание высоководного деревянного моста с гибкой аркой и балкой жесткости:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды над опорами; *2* — заряд в середине пролета

В конструкциях свайных опор деревянных мостов заряды размещаются на горизонтальных схватках и связях или на специально устанавливаемых для этих целей перекладинах. Заряды крепятся к схваткам, связям и т. п. крупными гвоздями и привязываются проволокой, что обеспечивает прочное удержание зарядов на конструкциях мостов.

Провода электровзрывных сетей и детонирующий шнур крепятся к элементам мостов проволочными скобами с применением защитных накладок (рис. 137).

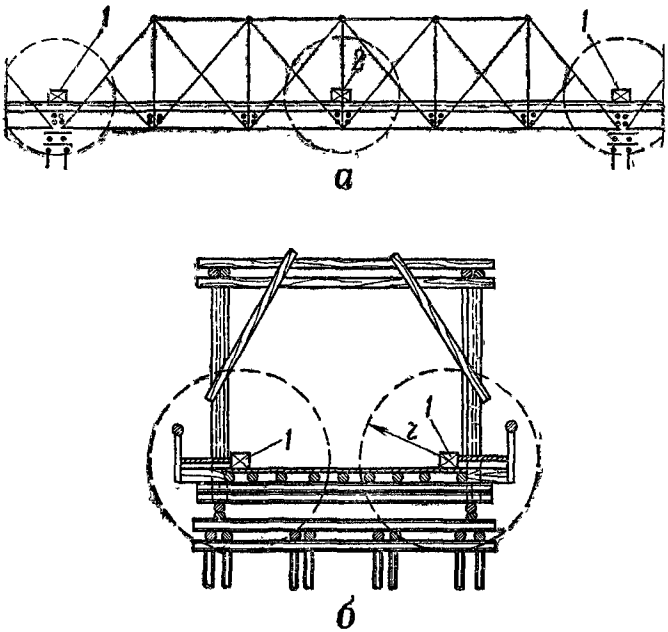


Рис. 136. Подрывание высоководного деревянного моста с фермами Гау-Журавского:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды над опорами; *2* — заряды в середине пролета

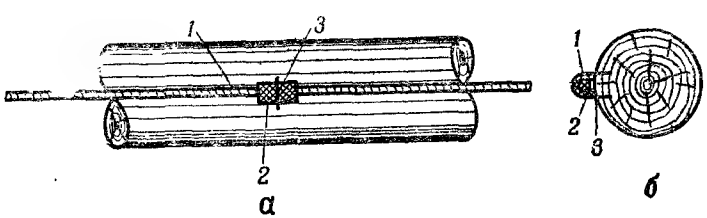


Рис. 137. Крепление проводов и детонирующего шнура к элементам деревянных мостов:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — провод (детонирующий шнур); *2* — защитная накладка; *3* — проволочная скоба

223. В качестве неконтактных зарядов для подрывания деревянных мостов применяются тротиловые шашки в заводской укупорке (в ящиках), а также различные инженерные, артиллерийские и авиационные боеприпасы.

Размещение и крепление зарядов на конструкциях мостов производятся с подмостей (через люки, проделанные в настиле), с лодок, люлек, стремянок, веревочных лестниц и т. п. Во избежание падения подрывников, работающих на большой высоте, их необходимо привязывать веревками за пояс к элементам моста.

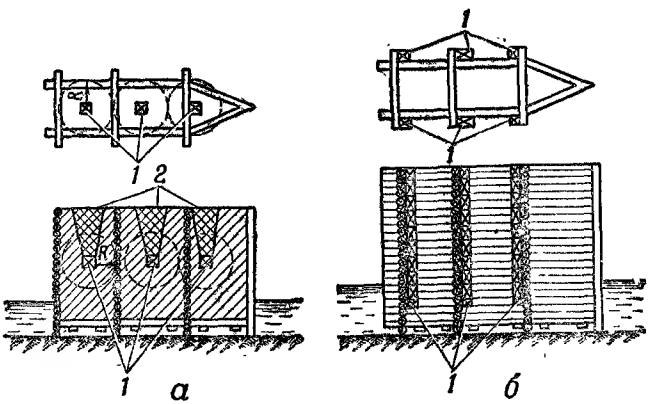


Рис. 138. Подрывание ряжевых опор деревянных мостов: *а* — внутреннимн сосредоточеннымн зарядами; *б* — наружными удлиненымн зарядами; *1* — заряды; *2* — колодцы

Пример организации подрывания высоководного деревянного моста на свайных опорах приведен в приложении 9.

224. **Ряжевые опоры** высоководных деревянных мостов подрываются внутренними сосредоточенными или наружными удлиненными зарядами.

Внутренние сосредоточенные заряды для подрывания ряжа (рис. 138, *а*) размещают в колодцах, выделываемых в каменном заполнении по оси ряжа на глубину, равную его толщине. Расстояния между зарядами принимаются равными толщине ряжа; удаление крайних зарядов от концов ряжа не должно превышать половины его толщины. Колодцы после закладки зарядов в них

засыпаются (забиваются) вынутым камнем или оставляются открытыми.

При наличии забивки колодцев вес каждого сосредоточенного заряда определяется по формуле

$$C = 3R^3, \qquad (57)$$

где C — вес заряда в килограммах;

R — радиус разрушения, равный половине толщины ряжа, в метрах.

При открытых колодцах вес зарядов, определенный по формуле (57), увеличивается на 25 процентов.

Наружные удлиненные заряды для подрывания ряжа (рис. 138, *б*) располагаются вертикально на продольных стенах сруба в местах пересечения их с поперечными стенами. Для подрывания сруба из бревен толщиной до 25 *см* удлиненные заряды составляются в один ряд, а при большей толщине бревен — в два ряда больших тротиловых шашек.

225. Плотовые опоры простейших (наплавных) деревянных мостов подрываются подводными сосредоточенными или наружными (надводными) удлиненными зарядами.

Подводный сосредоточенный заряд (рис. 139, *а*) заводится под плот с верховой стороны при помощи шестов или веревок. Глубина погружения заряда должна быть около 1,0 *м*. При этом условии вес заряда можно определять по ст. 137, принимая за расчетную толщину элемента суммарную толщину всех ярусов бревен, составляющих плот.

Наружный удлиненный заряд (рис. 139, *б*) укладывается на бревна сверху поперек плота, перекрывая его по всей ширине. Вес удлиненного заряда определяется по правилу: на каждый ярус бревен толщиной до 25 *см* — один ряд больших тротиловых шашек; при большей толщине бревен на каждый ярус их — два ряда больших шашек.

226. В некоторых случаях при отсутствии ВВ деревянные мосты могут уничтожаться сжиганием. Сжигание может быть произведено безотказно при следующих условиях:

— при достаточно сухом материале конструкций;

— при сухой (без сильного дождя) погоде;

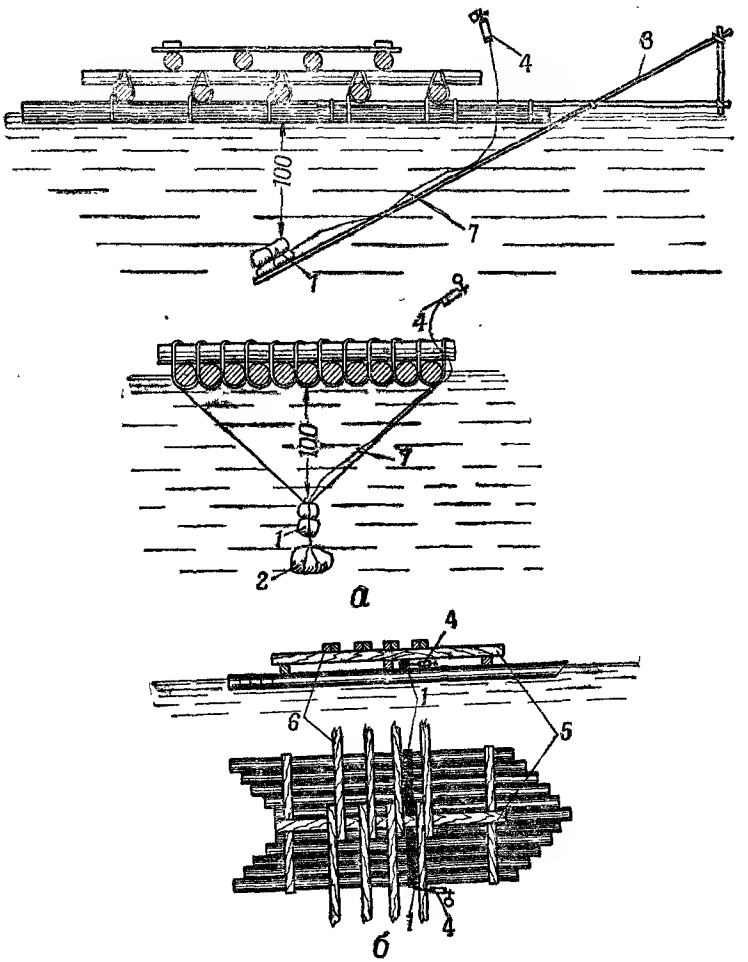


Рис. 139. Подрывание деревянных плотов:

а — подводными сосредоточенными зарядами, *б* — надводными удлиненными зарядами; *1* — заряды; *2* — груз; *3* — шест; *4* — зажигательная трубка; *5* — поперечины; *6* — прогоны; *7* — детонирующий шнур

— при наличии достаточного количества горючих материалов;

— при наличии времени не только на подготовку, но и на производство сжигания.

227. Сжигание деревянных мостов не может быть обеспечено применением только быстросгорающих материалов (керосин, бензин, напалм и т. п.). Для сжигания мостов должны применяться большие костры из сухих дров, разжигаемые при помощи сухого хвороста, соломы и жидких горючих.

При подготовке мостов к сжиганию костры выкладывают внутри свайных опор (в надводной части, на подмостях), заполняя дровами все промежутки между сваями. В настиле проезжей части моста над поджигаемыми опорами проделываются отверстия для обеспечения тяги.

При поджигании моста легко возгорающиеся материалы (хворост, солома и т. п.), заложенные в основании каждого костра, обливаются жидким горючим и зажигаются. Разливание и зажигание жидких горючих могут осуществляться одновременно путем взрывания электрическим способом небольших зарядов ВВ, помещенных в бидоны (банки) с горючим.

ПОДРЫВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ

228. Металлические мосты в большинстве случаев состоят из металлических (стальных) пролетных строений и каменных, бетонных или железобетонных массивных опор. В металлических путепроводах и виадуках опоры могут быть выполнены в виде отдельных металлических стоек (колонн).

Пролетные строения металлических мостов в зависимости от системы главных ферм могут быть балочными, арочными и висячими. Фермы любой системы по длине моста могут быть разрезными или неразрезными. По своей конструкции главные фермы металлических мостов могут быть сплошными, т. е. со сплошными стенками, или сквозными, т. е. решетчатыми.

Металлические пролетные строения с ездой понизу имеют две главные фермы, а пролетные строения с ездой поверху в зависимости от ширины моста

могут иметь и больше двух главных ферм. Как в мостах с ездой понизу, так и в мостах с ездой поверху главные фермы соединяются между собой в пространственные конструкции при помощи продольных и поперечных связей.

229. В металлических мостах подрываются опоры и пролетные строения. Для того чтобы затруднить восстановление металлических мостов противником, опоры необходимо подрывать как можно ближе к поверхности воды, а в некоторых случаях и ниже ее, а под-

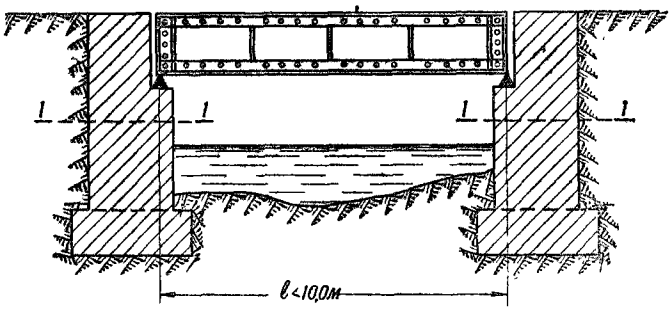


Рис. 140 Подрывание металлического моста с пролетом менее 10,0 *м*:
1—1 — сечения подрыва

рывание пролетных строений производить одним из следующих способов:

— перебиванием в определенных сечениях всех элементов главных ферм, продольных связей между ними, а в ряде случаев и продольных балок с разделением пролетного строения на части, мало пригодные для использования при восстановлении моста;

— перебиванием в середине пролетов только некоторых из основных несущих элементов главных ферм с обеспечением скручивания и смятия конструкций при обрушении их на дно перекрываемого мостом препятствия *.

230. Разрушение металлических мостов с пролетами менее 10,0 *м* (см. рис. 140) производится подрыва-

* Использование при восстановлении моста хотя и не перебитых на части, но сильно деформированных конструкций пролетных строений весьма затруднительно.

нием опор без перебивания пролетных строений. Опоры таких мостов подрываются по всей ширине в одном уровне, как можно ближе к их основанию, с тем чтобы взрывами были разрушены не только надземные части опор, но и фундаменты. При расположении опор моста в воде сечения их подрыва необходимо выбирать по возможности ниже поверхности воды или как можно ближе к ней.

231. Металлические мосты с пролетами от 10,0 до 25,0 *м* разрушаются путем подрывания опор и пролетных строений с обрушением по оси моста. Опоры, как и в предыдущем случае, подрываются по всей их ширине в одном уровне. Подрывание пролетных строений производится перебиванием основных элементов их конструкций в одном или в двух сечениях подрыва.

Количество сечений подрыва в том или ином пролете определяется в зависимости от отношения его длины к высоте опор: если длина пролета меньше утроенной высоты опор, то достаточно одного сечения подрыва пролетного строения примерно посередине (рис. 141, *а*); если же длина пролета превышает высоту опор втрое или больше, то пролетное строение, как правило, подрывается в двух сечениях, располагаемых примерно в третях пролета (рис. 141, *б*).

При выборе количества и расположения сечений подрыва в пролетных строениях с неразрезными главными фермами (рис. 142), кроме того, необходимо обеспечивать образование неравноплечих консолей, обусловливающих опрокидывание частей подорванного моста под действием их собственного веса.

232. В ряде случаев при подрывании мостов с ездой поверху при сплошных главных фермах пролетом до 25 *м* может оказаться достаточным обеспечение сильной деформации ферм без перебивания их.

Для достижения указанного эффекта применяются сосредоточенные неконтактные заряды, размещаемые под проезжей частью моста между главными фермами (рис. 143). Вес таких зарядов определяется по формуле

$$C = 20r^2, \qquad (58)$$

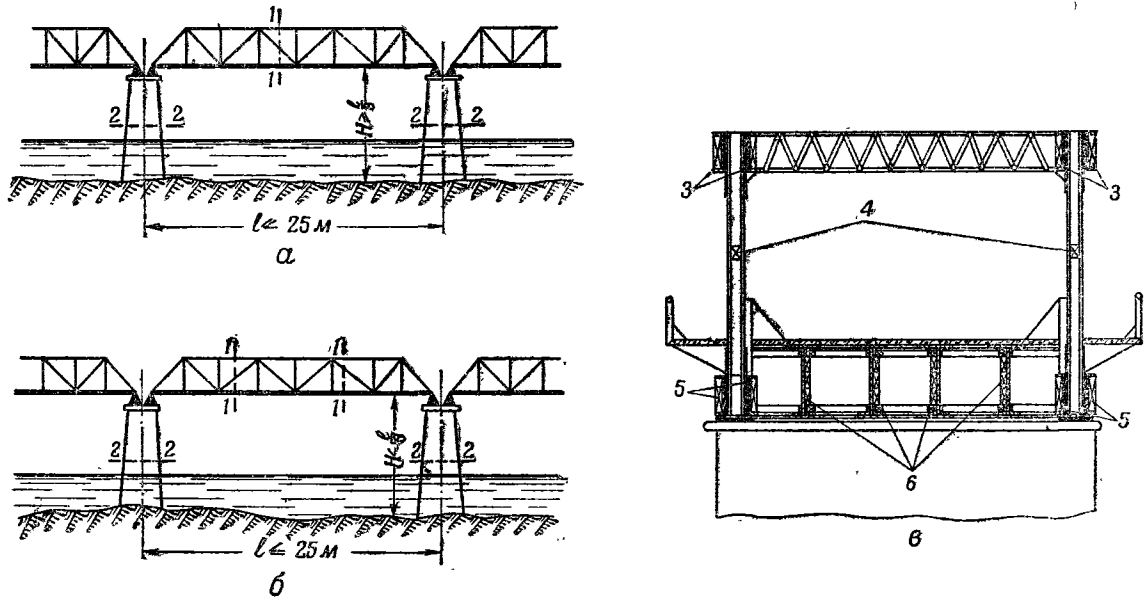


Рис. 141. Подрывание металлических мостов с пролетами от 10,0 до 25 *м*:

а — мост на высоких опорах; *б* — мост на низких опорах; *в* — поперечный разрез пролетного строения; *1—1* — сечения подрыва пролетного строения, *2—2* — сечения подрыва опор; *3* — заряды на верхних поясах ферм; *4* — заряды на раскосах; *5* — заряды на нижних поясах ферм; *6* — заряды на продольных балках

где C — вес заряда в килограммах;

r — расстояние от центра заряда до деформируемого элемента в метрах.

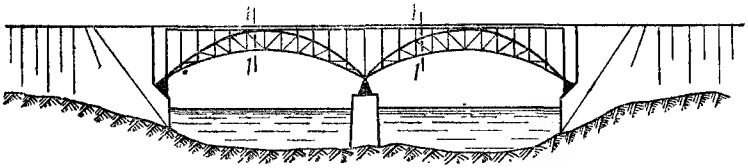


Рис. 142. Подрывание пролетных строений металлического моста с неразрезными фермами:

1—1 — сечения подрыва

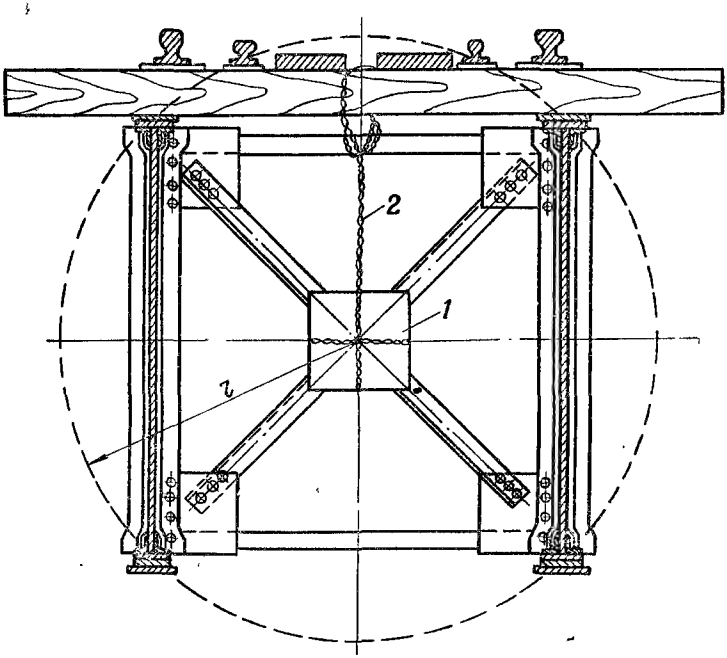


Рис. 143. Подрывание неконтактными зарядами металлических пролетных строений со сплошными фермами:

1 — заряд; *2* — проволочная или веревочная подвеска

Указанным способом можно подрывать мосты и со сквозными фермами. Вес заряда в этом случае определяется по формуле (58) с увеличением в полтора раза.

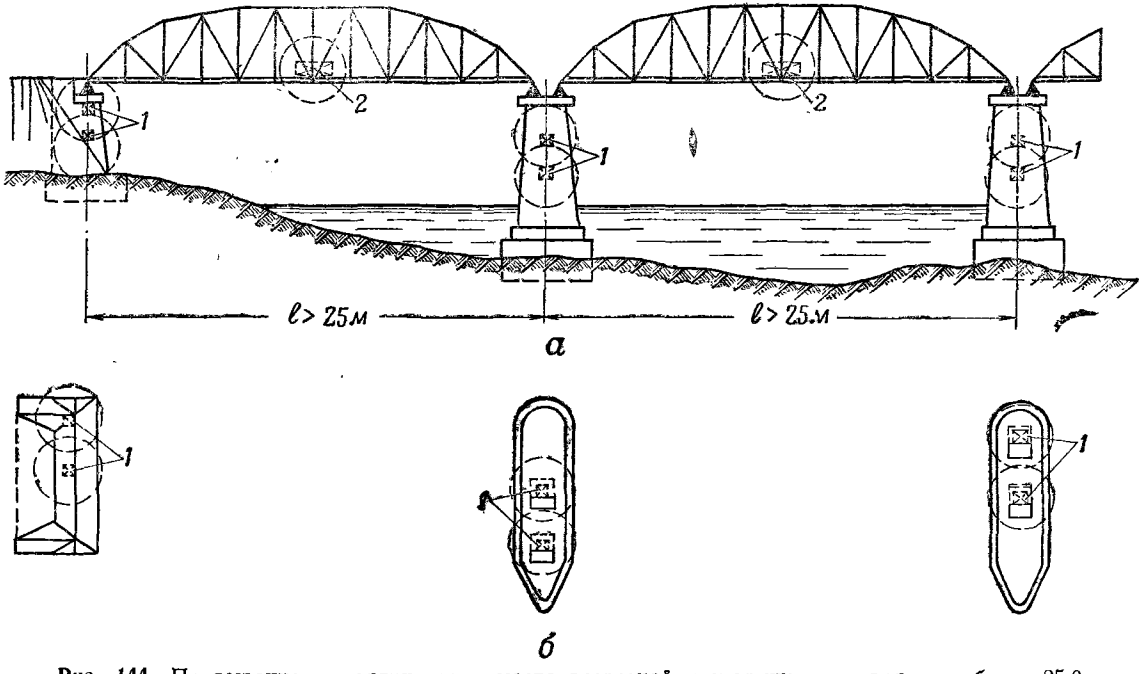


Рис. 144. Подрывание металлического моста разрезной конструкции с пролетами более 25,0 *м*:
а — вид сбоку; *б* — план опор; *1* — заряды в опорах; *2* — заряды на поясах ферм

233. Металлические мосты с пролетами более 25,0 *м* целесообразно разрушать подрыванием опор по косым сечениям с одновременным перебиванием верхних или нижних поясов главных ферм (рис. 144). В целях обеспечения лучших условий скручивания ферм предпочтительней подрывать верхние пояса, хотя это и не всегда удобно по условиям выполнения работ.

Сечения подрыва смежных опор моста должны располагаться с наклоном в противоположные (в вер-

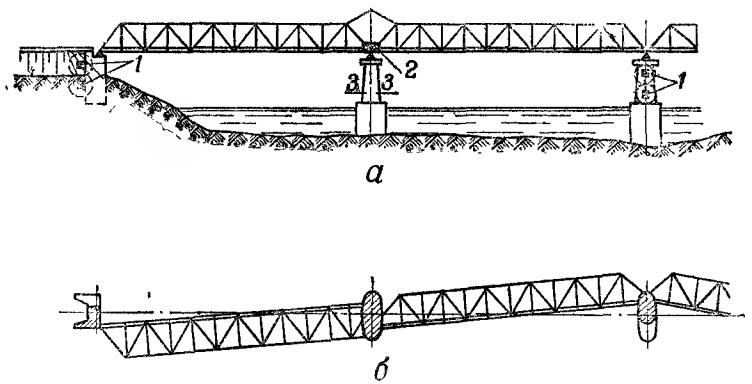


Рис. 145. Подрывание большепролетного металлического моста с пролетными строениями неразрезной конструкции:

а — вид сбоку; *б* — план (после подрыва); *1* — заряды для подрывания концевых опор по косым сеченням; *2* — заряды для подрывания поясов ферм; *3—3* — сечения подрыва среднх опор по всей ширине в одном уровне

ховую и низовую) стороны. При таком подрывании опор пролетные строения, ослабленные перебиванием поясов главных ферм, в процессе падения смещаются с оси моста, скручиваются, сминаются и в деформированном виде загромождают русло реки.

При неразрезных пролетных строениях большепролетных металлических мостов указанный способ разрушения осуществляется подрыванием по косым сечениям крайних опор, на которые опираются концы неразрезных ферм. Промежуточные (средние) опоры подрываются по всей их ширине в одном уровне (по горизонтальным сечениям). Одновременно подрываются опорные узлы ферм над промежуточными опорами (рис. 145).

234. Металлические мосты, имеющие пролеты разной длины с различными системами и конструкциями пролетных строений, подрываются комбинированными способами: подрывание малых пролетов моста производится согласно ст. 230 и 231; в отношении же подрывания пролетных строений и опор больших пролетов необходимо руководствоваться ст. 233.

235. **В особых случаях,** когда по обстановке нет возможности подготовить мост к подрыванию с размеще-

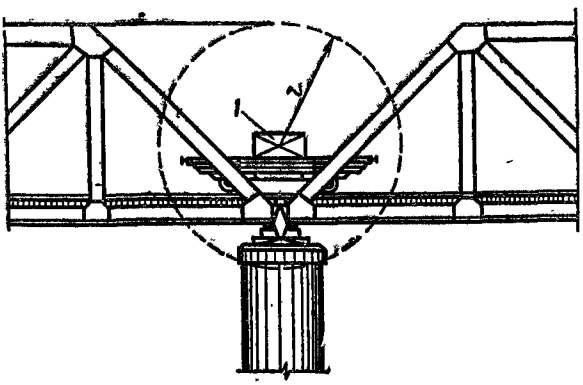


Рис. 146. Подрывание металлического моста с ездой понизу неконтактным сосредоточенным зарядом:
1 — заряд на платформе

нием зарядов на опорах и пролетных строениях, для его разрушения может быть применен один неконтактный сосредоточенный заряд, расположенный в вагоне (на платформе) или на автомобиле и вкатываемый на мост непосредственно перед взрывом.

Вес такого заряда определяется по формуле

$$C = 30r^2, \qquad (59)$$

где C — вес заряда в килограммах;
r — расстояние от центра заряда до разрушаемого пояса фермы в метрах.

При расчете неконтактного заряда для подрывания большепролетных мостов с ездой понизу в формулу (59) подставляется расстояние от центра заряда до верхнего пояса фермы (рис. 146). Если этот пояс

имеет ломаное очертание, то за расчетное расстояние принимается полная высота фермы в середине пролета.

При расчете неконтактного заряда для подрывания мостов с ездой поверху в формулу (59) подставляется расстояние от центра заряда до нижнего пояса фермы. Если заряд предназначается для укладки над опорой, то для обеспечения разрушения ее верхней части расчетное расстояние увеличивается еще на 2—3 *м* (рис. 147).

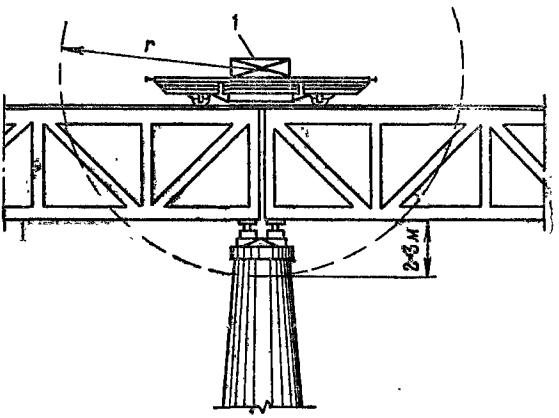


Рис. 147. Подрывание металлического моста с ездой поверху неконтактным сосредоточенным зарядом:
1 — заряд на платформе

236. Висячие металлические мосты как гибкой (рис. 148, *а*), так и вантовой (рис. 148, *б*) систем при любой длине пролетов и независимо от конструкции подвесных поясов, вант и балок жесткости разрушаются подрыванием пилонов и пролетных строений с обрушением по оси моста.

Выбор количества и расположения сечений подрыва в пролетах производится в соответствии со ст. 231. В каждом сечении должны перебиваться подвесные пояса или ванты, состоящие из стальных тросов, цепей или полос, балки жесткости и продольные балки (прогоны), по которым уложен настил моста.

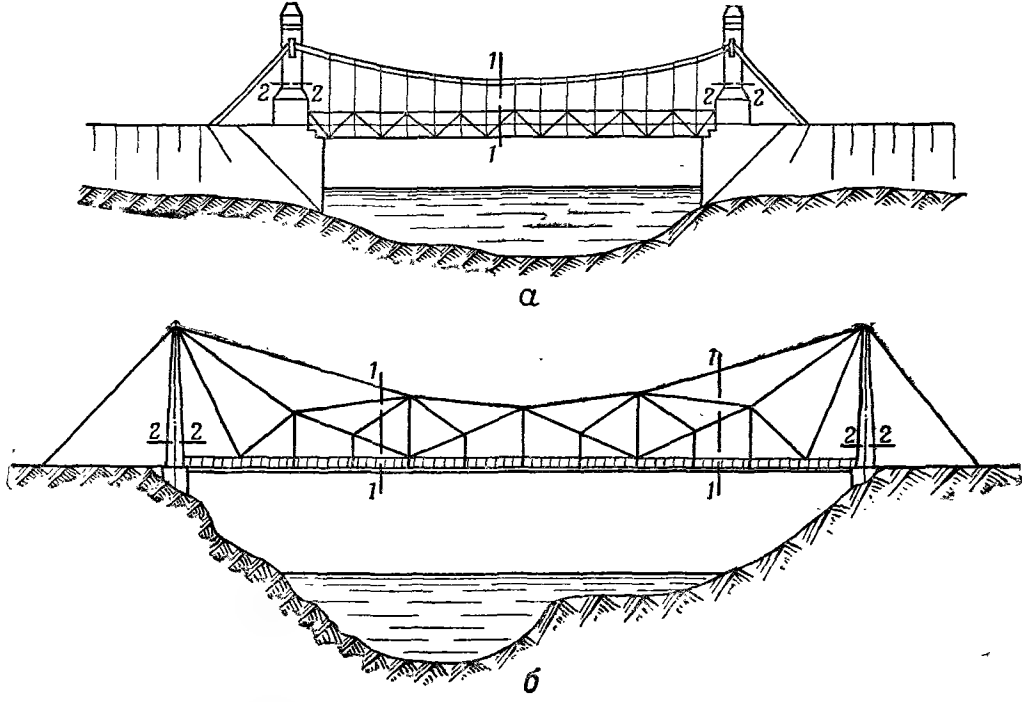


Рис. 148. Подрывание висячих металлических мостов:

а - мост с гибким подвесным поясом; *б* — вантовый мост;
1—1 — сечения подрыва пролетных строений; *2—2* — сечения подрыва пилонов

237. Металлические путепроводы разрушаются с целью прекращения движения по обеим (верхней и нижней) дорогам. Поэтому подрывание опор и пролетных строений путепровода должно производиться так, чтобы в наибольшей степени **загромоздить нижнюю дорогу** обрушенными на нее конструкциями.

С целью выполнения указанного требования в путепроводах необходимо подрывать все опоры и пролетные строения во всех пролетах. Подорванные пролетные строения путепровода должны обрушиваться по оси, поэтому характер подрывания пролетных строений и массивных опор путепроводов должен соответствовать указаниям ст. 231.

При наличии в конструкциях металлических путепроводов промежуточных опор в виде отдельных металлических стоек (рис. 149) они должны подрываться с расчетом на обрушение (опрокидывание) поперек нижней дороги. Способ подрывания стоек зависит от характера заделки их в фундаментах.

Для опрокидывания стоек, жестко заделанных в фундаменты, их необходимо подрывать в двух сечениях каждую, располагая заряды внизу и вверху, с двух противоположных сторон с целью создания опрокидывающих усилий. При этом перебивание всех элементов стоек в каждом сечении подрыва не обязательно.

Стойки, шарнирно опирающиеся на фундаменты, можно вовсе не подрывать или подрывать каждую в одном сечении, расположенном примерно на половине высоты. Перебивание всех элементов каждой стойки не обязательно и в этом случае.

238. Элементы пролетных строений металлических мостов любой системы, а также элементы металлических мостовых опор (стоек) подрываются контактными зарядами, расчет и размещение которых на подрываемых конструкциях производят согласно ст. 141. Для подрывания поясов ферм целесообразно использовать удлиненные кумулятивные заряды КЗУ (см. рис. 81).

При разрушении большепролетных мостов сбрасыванием и скручиванием пролетных строений (ст. 233) сосредоточенные и кумулятивные заряды для подрывания поясов главных ферм целесообразно располагать в средних узлах, где сходятся несколько элементов конструкций (см. рис. 144). Вес сосредоточенных заря-

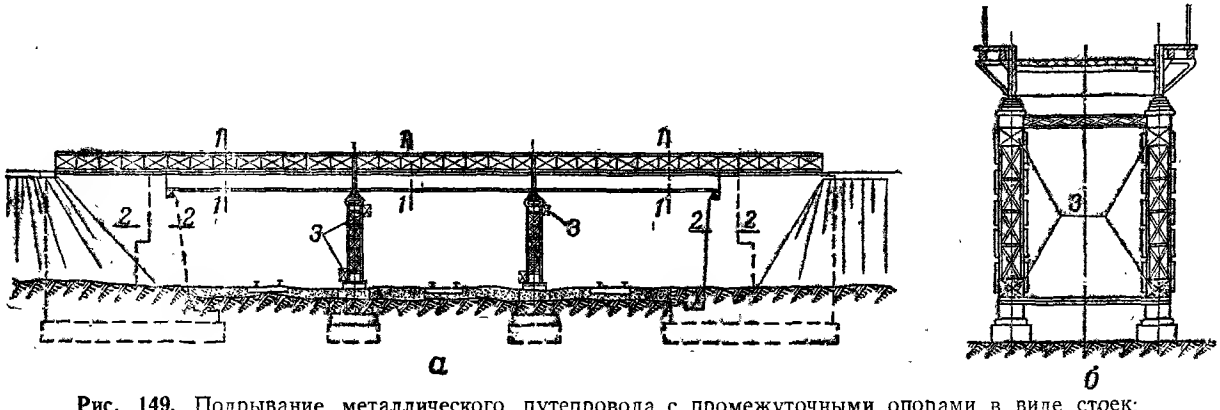


Рис. 149. Подрывание металлического путепровода с промежуточными опорами в виде стоек:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1—1* — сечения подрыва пролетных строений; *2—2* — сечения подрыва устоев; *3* — заряды на стойках промежуточных опор

дов определяется или по ст. 141 с увеличением в полтора раза, или по формуле

$$C = 0{,}25L + 10, \qquad (60)$$

где C — вес заряда в килограммах;

L — длина подрываемой фермы в метрах.

Расчет и размещение контактных зарядов для подрывания гибких элементов в пролетных строениях металлических мостов (подвесные пояса, ванты) производят согласно ст. 144.

239. Промежуточные и береговые массивные опоры (быки и устои) металлических мостов подрываются сосредоточенными или удлиненными зарядами, вес которых определяется по формулам (26) и (27) с увеличением на 30 процентов. Удлиненные заряды применяются в том случае, когда ширина опор превышает толщину более чем в два раза.

При подготовке мостов к разрушению в условиях недостатка времени и отсутствии заблаговременно выделанных зарядных устройств (ст. 244—247) подрывание быков производится наружными зарядами, вплотную приложенными к поверхности кладки. Береговые устои мостов во всех случаях подрываются внутренними зарядами.

Количество зарядов, необходимых для подрывания каждой опоры, и их расположение внутри опор или на их поверхностях зависят от принятого способа подрывания и определяются в соответствии с указаниями ст. 230—233.

Для подрывания опор толщиной до 1,2 *м* могут применяться удлиненные кумулятивные заряды КЗУ, которые должны перекрывать опору по всей ширине.

240. При подрывании быка по всей ширине в одном уровне сосредоточенные заряды (рис. 150, *а* и 150, *б*) располагаются в одной горизонтальной плоскости как можно ближе к фундаменту, а при наличии воды под мостом — по возможности ближе к ее поверхности.

Расчетный радиус разрушения R выбирается в соответствии с табл. 20, в зависимости от толщины быка и от способа расположения зарядов. Расстояния между соседними зарядами должны быть не более $2R$, а расстояния между крайними зарядами и торцами быка не должны превышать величины R.

Если указанное выше подрывание быка производится удлиненным зарядом (рис. 150, *в*), то такой заряд должен располагаться горизонтально, перекрывая бык на всю его ширину по кратчайшему направлению. Расчетный радиус разрушения R выбирается так же, как в случае применения сосредоточенных зарядов.

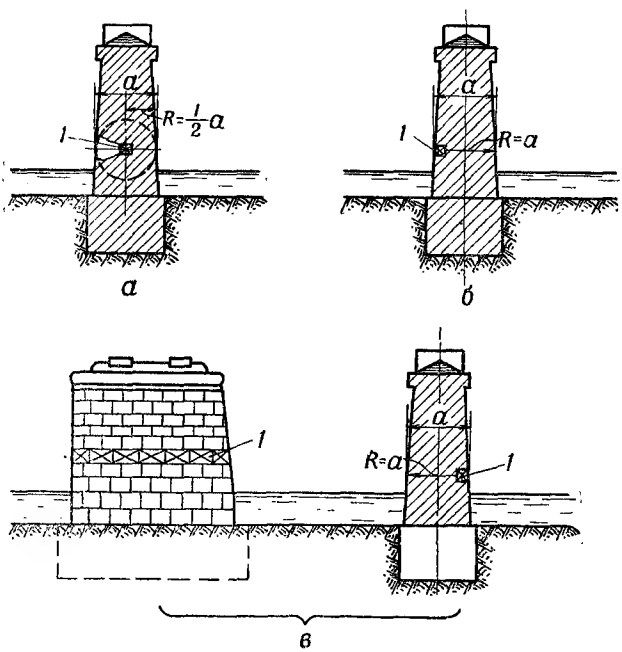


Рис. 150. Подрывание промежуточных мостовых опор (быков) по всей ширине в одном уровне:

а — сосредоточенными зарядами в рукавах; *б* — сосредоточенными зарядами в нишах; *в* — удлиненным зарядом в борозде; *1* — заряды

Если в быках нет заблаговременно выделанных зарядных устройств и если имеется достаточно времени на выполнение подготовительных работ для закладки сосредоточенных зарядов, то в кладке быков выделываются рукава или ниши, а для закладки удлиненных зарядов — борозды.

Рукава выделываются на глубину, равную одной трети или половине толщины быка в сечении подрыва.

Если длина рукавов более 1,0 *м*, то для удобства работ размеры их входных отверстий должны быть больше размеров зарядных камер. **Ниши** и **борозды** должны иметь глубину, примерно равную высоте зарядов.

При наличии воды у подрываемых опор рукава, ниши и борозды выделываются на 0,5—1,0 *м* выше ее уровня. Выделка указанных зарядных устройств производится с подмостей, плотов или лодок при помощи механизированного инструмента (приложение 12) или малых кумулятивных и шпуровых зарядов.

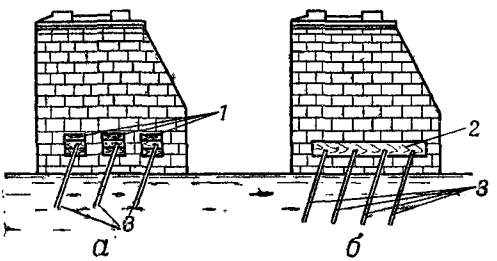


Рис. 151. Забивка зарядов в быках:
а — сосредоточенных зарядов в нишах; *б* — удлиненного заряда в борозде; *1* — щиты из досок; *2* — доски; *3* — подпорки

Во всех случаях подрывания быков целесообразно производить забивку зарядов; забивка производится:

— при расположении зарядов в рукавах — мешками с грунтом;

— при расположении в нишах и бороздах — досками или щитами, подпираемыми (при неглубокой воде) наклонными бревнами (рис. 151).

241. При подрывании береговых устоев по всей ширине в одном уровне применяются сосредоточенные внутренние заряды. Если в устоях нет заблаговременно выделанных зарядных устройств, то в зависимости от условий производства подготовительных работ заряды закладываются в колодцах, отрываемых в насыпях за передними стенками, или в рукавах, пробиваемых с лицевой стороны стенок.

Колодцы (рис. 152, *а*) должны отрываться на глубину, превышающую толщину передней стенки устоя не менее чем в полтора раза. Во всех случаях глубина колодцев должна обеспечивать расположение

зарядов ниже подошвы подферменных камней. При небольшой высоте устоев колодцы отрываются до уровня воды или поверхности грунта у лицевой стороны передней стенки.

Рукава (рис. 152, *б*) пробиваются на глубину, равную двум третям толщины передней стенки устоя. Расчетный радиус разрушения принимается равным полной толщине этой стенки. Расстояния между зарядами назначаются в соответствии со ст. 240.

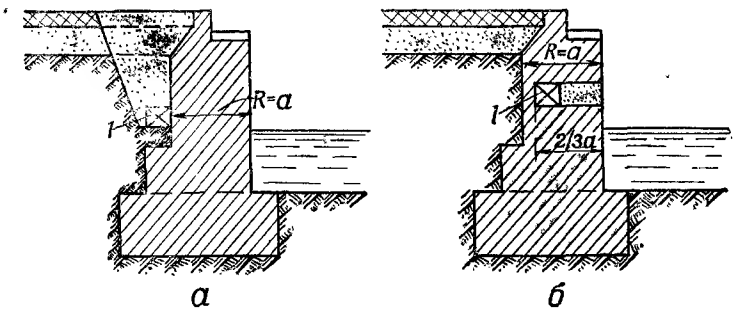


Рис. 152. Подрывание береговых мостовых опор (устоев) по всей ширине в одном уровне:

а — сосредоточенными зарядами в колодцах; *б* — сосредоточенными зарядами в рукавах; *1* — заряды

242. При подрывании мостовых опор по косым сечениям с целью сбрасывания пролетных строений в стороны применяются сосредоточенные заряды, расчет и закладка которых производятся по ст. 239—241.

Основная особенность в данном случае состоит в том, что заряды по высоте опоры должны располагаться на разных уровнях так, чтобы плоскость, проведенная через их центры, составляла с горизонтом угол не менее 45°, а один из краев опоры оставался бы необрушенным после взрыва (рис. 153).

При ширине опоры, не превышающей ее толщину более чем в два с половиной раза, подрывание ее по наклонному сечению производится одним сосредоточенным зарядом, расположенным на расстоянии, равном одной четверти ширины опоры от оси моста (рис. 154, *а*). Расчетный радиус разрушения R в этом случае принимается на 20% больше определяемого по табл. 20.

Если высота опоры при указанной ширине превышает 15,0 *м*, то подрывание ее с целью обеспечения сбрасывания и скручивания пролетного строения производится двумя сосредоточенными зарядами, располо-

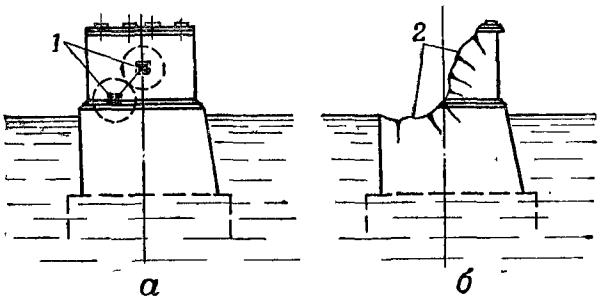


Рис. 153. Подрывание мостовой опоры по косому сечению с целью сбрасывания пролетного строения:
а — расположение зарядов; *б* — подорваниая опора; *1* — заряды; *2* — линия обрушения

женными на одной вертикали, удаление которой от оси моста определяется, как и в предыдущем случае. При этом нижний заряд (рис. 154, *б*) располагается, как ука-

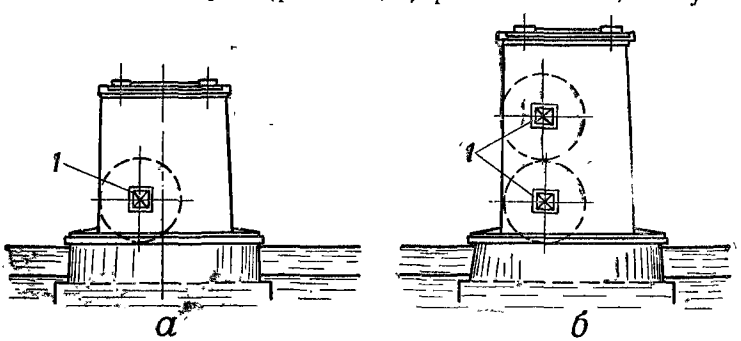


Рис. 154. Подрывание по косым сечениям мостовых опор малой ширины:
а — при высоте опоры менее 15,0 *м*; *б* — при высоте опоры более 15,0 *м*; *1* — заряды

зано в ст. 240 и 241, а верхний — на расстоянии, равном удвоенной толщине опоры от него.

243. Подрывание промежуточных и береговых опор с целью сбрасывания пролетных строений может произ-

водиться путем скалывания верхней части опор зарядами, укладываемыми на подферменных плитах с внутренней стороны опорных узлов ферм (рис. 155). Заряды рассчитываются по формуле (26).

Для мостов пролетом до 10 *м* коэффициент *A* принимается равным 1,5 (для бетона). Для мостов пролетом более 10 *м* (с усиленным армированием подферменных плит) $A=2{,}5$.

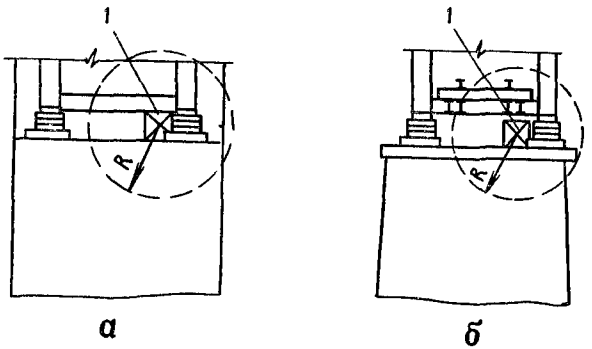


Рис. 155. Скалывание верхней части опор взрывом заряда на подферменной плите:
а — расположение заряда на береговой опоре; *б* — расположение заряда на промежуточной опоре; *1* — заряд

Коэффициент *B* принимается равным:

— для береговых устоев — 5;

— для промежуточных опор — 9.

Радиус разрушения *R* принимается, как показано на рис. 155.

244. В некоторых мостах опоры могут иметь заблаговременно подготовленные зарядные (минные) устройства.

Заблаговременные зарядные устройства включают в себя камеры для закладки зарядов, подходы к ним в виде колодцев, труб и рукавов, закрытых металлическими крышками или заделанных штучными камнями под цвет и фактуру поверхности кладки, и вспомогательные приспособления — лестницы, скобы, блоки, запоры. Типы этих устройств различаются по конструкциям подходов к камерам и определяются толщиной опор:

— в опорах толщиной более 3,0 *м* устраиваются за-

рядные (минные) колодцы с камерами, а иногда и с рукавами в донной части;

— в опорах толщиной от 2,0 до 3,0 *м* устраиваются зарядные (минные) трубы без камер или рукавов в донной части;

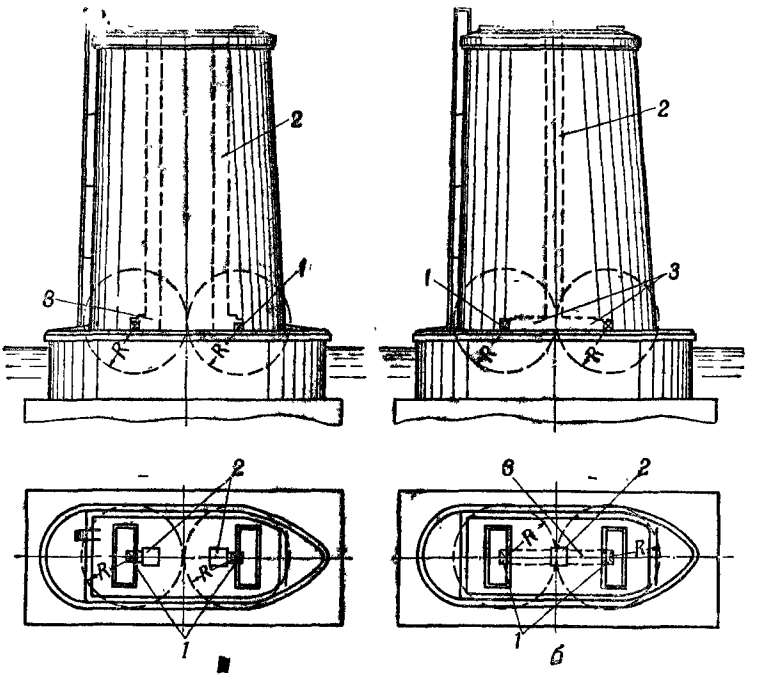


Рис. 156. Расположение зарядных камер в колодцах, устраиваемых в опорах мостов:

а — при двух колодцах в опоре; *б* — при одном колодце; *1* — зарядные камеры; *2* — колодцы; *3* — рукава

— в опорах толщиной менее 2,0 *м* устраиваются рукава с камерами в концах или ниши (ст. 240 и 241).

245. Зарядные колодцы (рис. 156) располагаются вертикально и имеют поперечное сечение прямоугольной или квадратной формы размерами от 0,6×0,8 *м* до 1,0×1,0 *м*; глубина колодцев определяется высотой опор и характером предполагаемого обрушения их. В каждой опоре, в зависимости от ее ширины, может быть сделано от одного до трех колодцев.

В их донной части имеются зарядные камеры, устраиваемые непосредственно в стенах колодцев (см. рис. 156, *а*) или в горизонтальных рукавах, отходящих в стороны (см. рис. 156, *б*). Количество камер в опоре равно количеству сосредоточенных зарядов, необходимых для ее подрывания по всей ширине.

Размеры камер определяются размерами зарядов расчетного веса, приведенных к кубической или близкой к ней форме. На размещение забивки камеры не рассчитываются; забивка должна размещаться

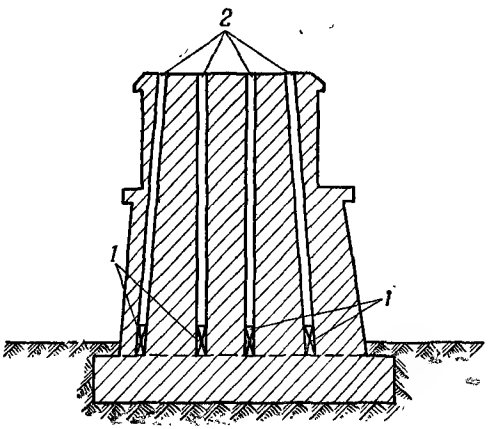


Рис. 157. Расположение зарядных труб в мостовой опоре:
1 — заряды; *2* — зарядные трубы

в рукавах и колодцах и выполняться из материалов, обеспечивающих возможность ее легкой разборки (мешки с грунтом, штучный камень и т. п.).

246. Зарядные трубы (рис. 157) располагаются в опорах мостов вертикально или наклонно и могут иметь круглое или квадратное поперечное сечение диаметром (стороной квадрата), равным 0,3 *м*; по глубине трубы обычно доводятся до фундаментов опор. Количество труб в опоре равно количеству сосредоточенных зарядов, необходимых для ее подрывания по всей ширине.

Зарядных камер в основаниях труб не делают. Заряды изготовляются (вяжутся) в соответствии с фор-

мой и поперечными размерами труб и на веревках опускаются в них до дна. Забивку зарядов в трубах производят деревянными колодами, сделанными по форме труб и имеющими длину до 1,0 *м* каждая.

Колоды, предназначенные для забивки одной трубы, при помощи веревок и скоб связываются по нескольку штук в гирлянды и поочередно опускаются в трубу вслед за зарядом. Веревки от гирлянд и заряда оставляются на поверхности; в случае необходимости за них можно поднять колоды и заряд наверх.

247. При подрывании мостовых опор с заблаговременными зарядными устройствами используются только те устройства, расположение и глубина которых соответствуют способам подрывания мостов, изложенным в ст. 230—233.

В ряде случаев могут использоваться не все, а только часть заблаговременных зарядных устройств в той или иной опоре. Например, при подрывании опор по косым сечениям с целью сбрасывания пролетных строений в сторону оставляются неиспользованными крайние зарядные устройства со стороны, противоположной направлению сброса.

Если необходимо разместить заряды в разных уровнях по высоте опоры, имеющей заблаговременные зарядные устройства одинаковой глубины, то часть этих устройств перед заряжанием заполняется до нужной отметки забивочным материалом. При заряжании труб в подобных случаях впереди (ниже) зарядов опускается соответствующее количество деревянных колод.

Пример заблаговременной подготовки металлического моста к подрыванию с необходимыми расчетами и схемами расположения зарядов и электровзрывных сетей приведен в приложении 10.

ПОДРЫВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

248. Железобетонные мосты в большинстве случаев состоят из железобетонных пролетных строений и каменных или бетонных массивных опор. В путепроводах и виадуках опоры могут быть сделаны в виде отдельных железобетонных стоек (колонн).

Железобетонные мосты могут иметь пролетные строения балочного или арочного типа; пролетные строения балочного типа могут быть разрезными или неразрезными; разновидностью неразрезной балочной системы является пролетное строение балочно-консольной конструкции.

Железобетонные путепроводы и виадуки, не имеющие массивных промежуточных * опор, обычно представляют собой конструкции рамного типа, в которых пролетные строения и опоры жестко связаны между собой в одно монолитное целое.

249. Основная цель подрывания железобетонных мостов состоит в том, чтобы прекратить движение противника и исключить возможность использования им обрушенных конструкций с целью быстрого устройства переправ.

Что касается задачи затруднить противнику использование обрушенных пролетных строений при восстановлении мостов, то в данном случае она решается попутно, так как подъем даже слабо поврежденных при падении тяжелых железобетонных конструкций на новые опоры практически невозможен.

Прекращение движения по железобетонному мосту любой конструкции может быть обеспечено подрыванием опор без перебивания пролетных строений. Однако при таком подрывании не всегда исключается возможность быстрого наведения переправы по обрушенным конструкциям моста. Для исключения указанной возможности наряду с подрыванием опор (а в некоторых случаях и без этого) необходимо подрывать и пролетные строения.

250. Разрушение железобетонных мостов балочной конструкции, которые, как правило, имеют достаточно высокие опоры, производят подрыванием опор без перебивания пролетных строений с обрушением их в сторону от оси моста и одновременным опрокидыванием набок. Такое обрушение достигается подрыванием всех или некоторых опор по косым сечениям, имеющим наклон в одном и том же направлении не менее 45° к горизонту.

---

* В мостах данного типа массивными обычно делаются только береговые опоры.

При разрезных конструкциях пролетных строений (рис. 158) по косым сечениям подрываются все опоры в разрушаемой части моста. В мостах с пролетными строениями неразрезной или балочно-кон-

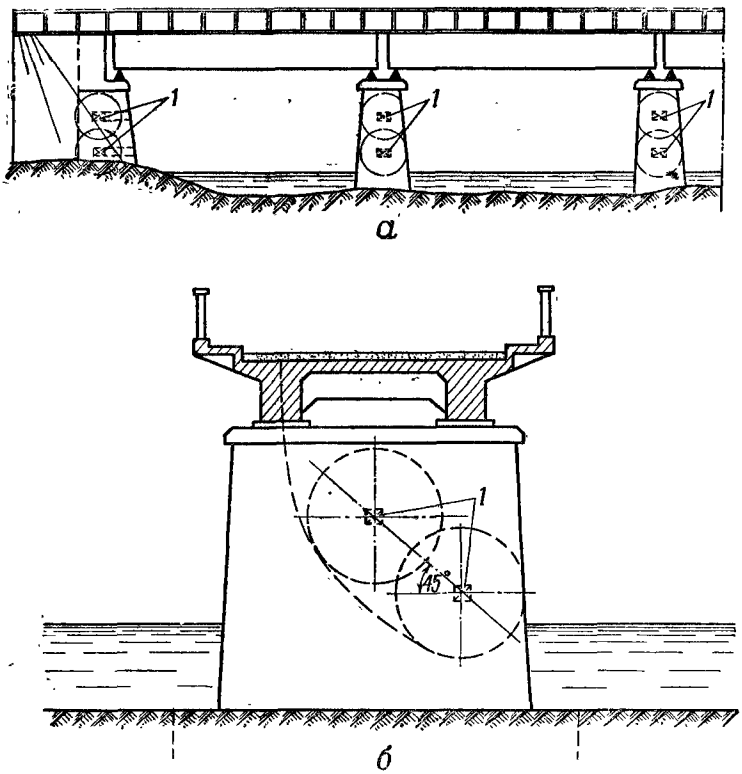


Рис. 158. Подрывание балочного железобетонного моста разрезной конструкции:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды для подрывания опор по косым сечениям

сольной конструкции (рис. 159) обязательно по косым сечениям должны подрываться только те опоры, на которые неразрезные части моста опираются концами; остальные опоры могут подрываться и по горизонтальным сечениям, т. е. по всей ширине в одном уровне.

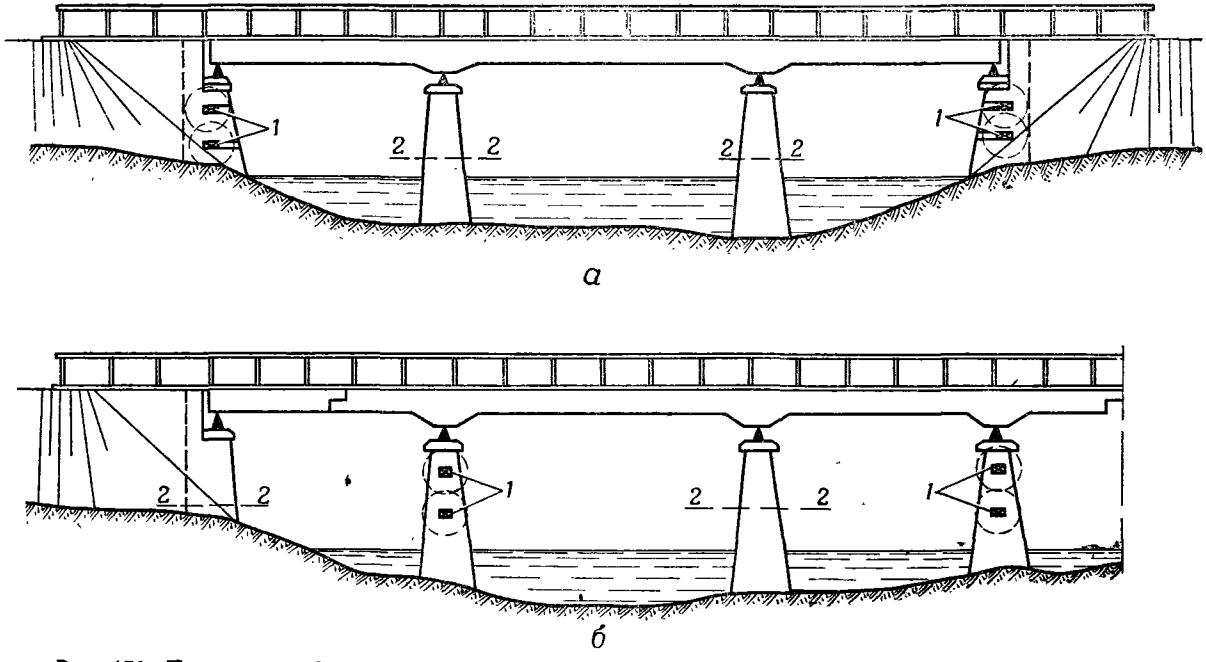


Рис. 159. Подрывание балочных железобетонных мостов неразрезной и консольной конструкции:

а — мост неразрезной конструкции; *б* — мост балочно-консольной конструкции; *1* — заряды для подрывания опор по косым сечениям; *2—2* — сечения подрыва опор по всей ширине в одном уровне

251. При недостатке времени разрушение железобетонных мостов разрезной балочной конструкции может производиться подрыванием пролетных строений зарядами, расположенными на проезжей части, над несущими балками в середине пролета (рис. 160).

Вес каждого заряда определяется по формуле (26). При этом радиус разрушения R принимается равным

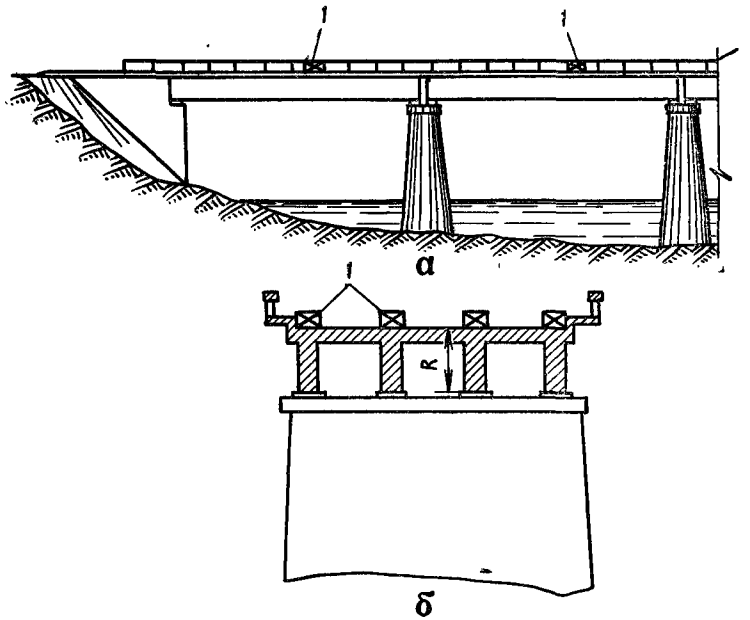


Рис. 160. Подрывание пролетных строений железобетонного балочного моста зарядами на проезжей части:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды

высоте несущей балки, включая толщину плиты; коэффициенты A и B принимаются по табл. 19 и 20. С целью уменьшения расхода ВВ может производиться забивка зарядов мешками с грунтом.

252. В мостах балочной конструкции **из предварительно напряженного железобетона** пролетные строения имеют значительно меньший собственный вес по сравнению с весом пролетных строений из обычного железобетона. Следовательно, в некоторых случаях при восстановлении мостов подъем слабо поврежденных пролет-

ных строений (особенно разрезных), выполненных из предварительно напряженного железобетона, может оказаться целесообразным.

В связи с этим при разрушении железобетонных мостов с предварительно напряженными несущими конструкциями пролетных строений наряду с опорами

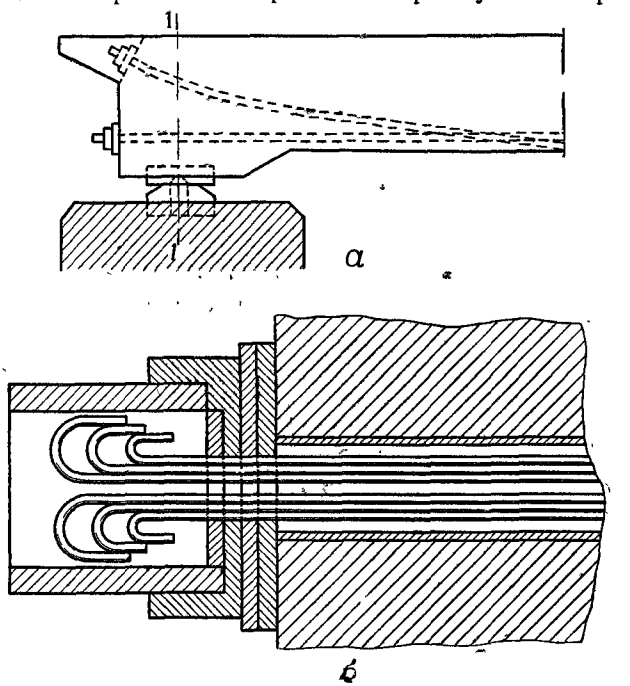


Рис. 161. Подрывание предварительно напряженной железобетонной балки:

а — опорная часть балки с анкерными колодками (вид сбоку); *б* — схема устройства анкерной колодки; *1—1* — наиболее выгодное сечение подрыва балки

необходимо подрывать и все главные балки. Подрывание их производится путем выбивания бетона в одном сечении на концах, где размещаются анкерные колодки*, упирающиеся в торцы балок и удерживающие пучки арматуры в натянутом состоянии (рис. 161).

* По наличию этих колодок на торцах балок можно отличить предварительно напряженный железобетон от обычного.

При выбивании бетона на участках длиной не меньше высоты подрываемых балок предварительно напряженная арматура ослабевает, балки превращаются в обыкновенные и могут разрушиться от собственного веса. Подорванные указанным способом пролетные строения из предварительно напряженного железобетона теряют ценность с точки зрения использования их при восстановлении мостов.

В условиях недостатка времени разрушение железобетонных мостов с предварительно напряженными балками производится обрушением пролетных строений по оси моста. Такое обрушение обеспечивается указанным выше подрыванием концов главных балок с анкерными колодками. Возникающие в результате такого подрывания разрушающие усилия в середине пролетов вызывают обрушение и при неподорванных опорах.

253. В железобетонных мостах арочной конструкции, особенно в мостах с ездой поверху, вследствие сравнительно малой высоты опор сбрасывание пролетных строений в сторону с опрокидыванием их набок в большинстве случаев невозможно. Чтобы затруднить переправу по обрушенным конструкциям, кроме опор, необходимо подрывать все арки моста в одном или двух сечениях, в зависимости от длины пролетов и конструкции арок.

Бесшарнирные арки (рис. 162) пролетом до 25,0 *м*, как правило, подрываются в одном сечении, расположенном в замке (в середине пролета). При длине пролетов более 25,0 *м* подрывание бесшарнирных арок производится в двух сечениях, располагаемых примерно в четвертях пролетов. В каждом сечении подрыва производится выбивание бетона без разрушения арматуры; кроме арок подрываются также прогоны проезжей части.

Наличие шарниров в арках позволяет уменьшать количество сечений подрыва и облегчает обрушение пролетных строений железобетонных арочных мостов. Например, в каждом обрушиваемом пролете железобетонного моста с пролетными строениями на трехшарнирных арках (рис. 163) достаточно выбить бетон в одном сечении, чтобы обеспечить значительную

деформацию арок, которая затруднит использование их для переправы.

254. В арочных железобетонных мостах с ездой понизу, особенно при безраспорных конструкциях арок с затяжками (рис. 164), высота опор в ряде случаев может оказаться достаточной для того, чтобы их подрыванием по косым сечениям было обеспечено сбрасывание про-

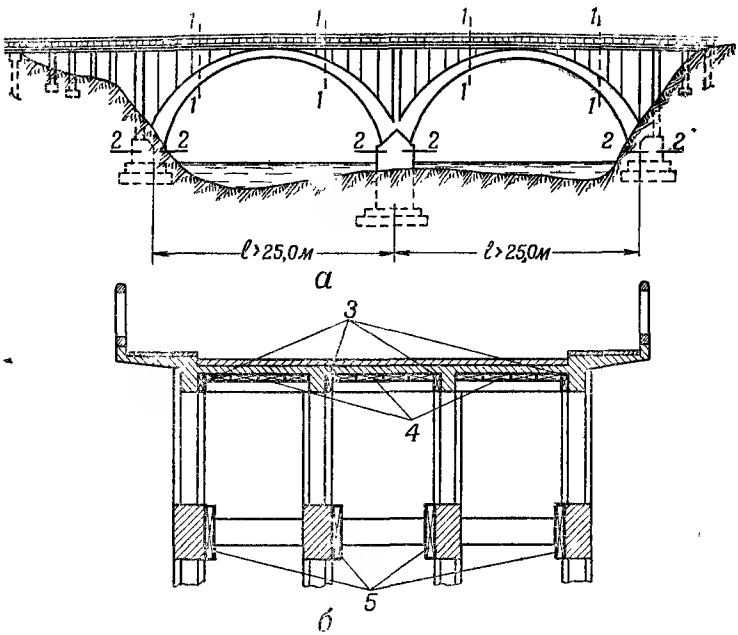


Рис. 162. Подрывание железобетонного моста с пролетным строением на бесшарнирных арках:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез, *1—1* — сечения подрыва пролетного строения; *2—2* — сечения подрыва опор по всей ширине в одном уровне; *3* — заряды на продольных балках; *4* — заряды на плите; *5* — заряды на арках

летных строений в сторону от оси с опрокидыванием набок.

В указанных случаях при разрушении мостов подрывание пролетных строений не обязательно. Однако в целях обеспечения большей деформации обрушиваемых арок целесообразно перебивать полностью (вместе с арматурой) затяжки арок. Подрывание затяжек зарядами, рассчитанными на выбивание бетона, указанной цели не достигает.

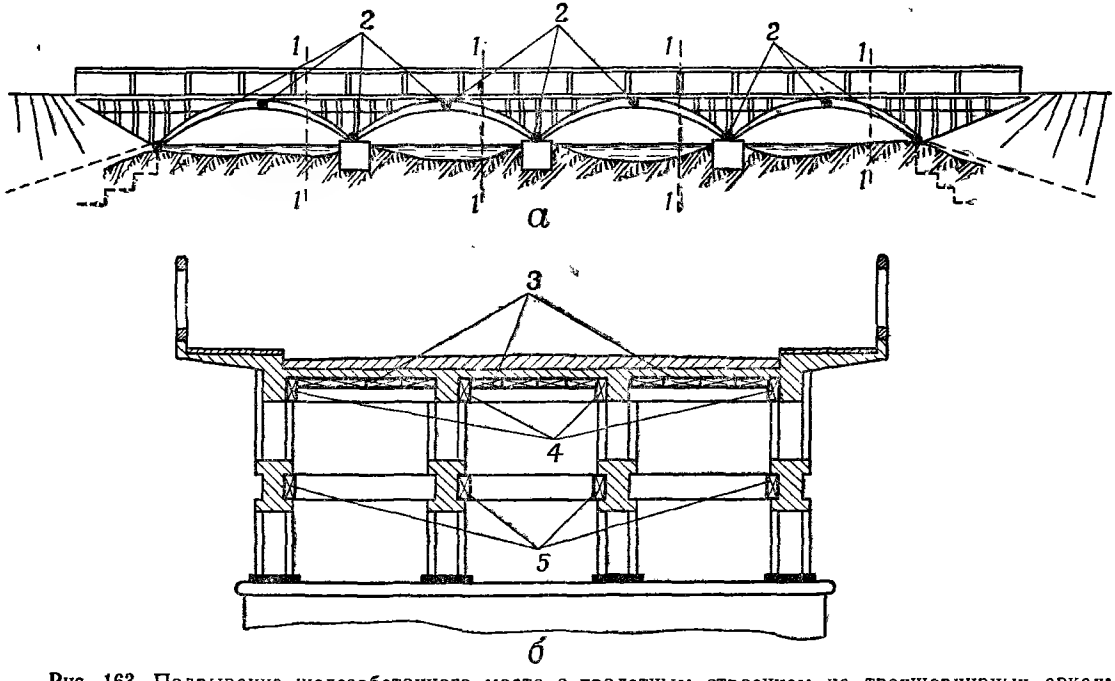


Рис. 163. Подрывание железобетонного моста с пролетным строением на трехшарнирных арках:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1—1* — сечения подрыва пролетного строения; *2* — шарниры; *3* — заряды на плите; *4* — заряды на продольных балках; *5* — заряды на арках

В случаях когда промежуточные опоры железобетонных мостов с пролетными строениями на арках с затяжками имеют толщину, не обеспечивающую восприятие одностороннего распора от собственного веса конструкций, обрушение их по оси моста может быть достигнуто перебиванием затяжек во всех обрушивае-

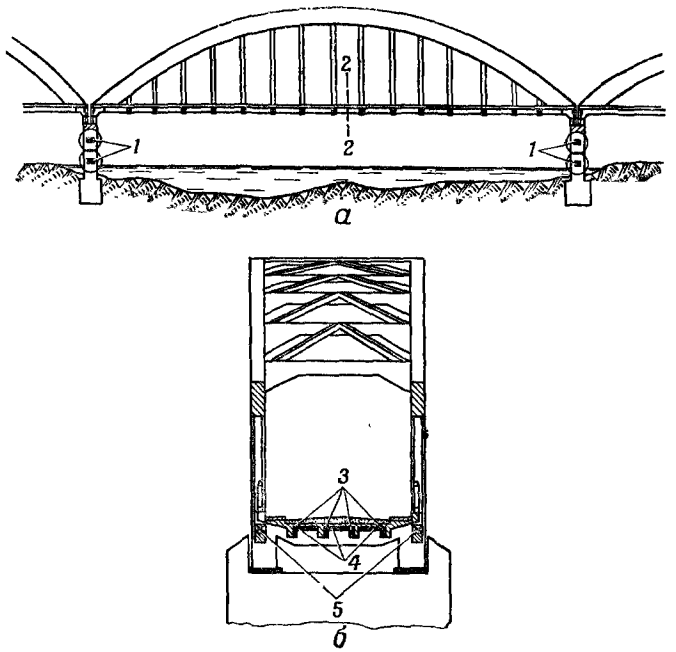


Рис. 164. Подрывание железобетонного моста с пролетным строением на безраспорных арках с затяжками:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды для подрывания опор по косым сечениям; *2—2* — сечение подрыва затяжек; *3* — заряды на продольных балках; *4* — заряды на плите; *5* — заряды на затяжках

мых пролетах и подрыванием какого-нибудь одного быка по всей его ширине.

255. Железобетонные мосты и путепроводы рамной конструкции (рис. 165) в большинстве случаев разрушаются подрыванием опор с расчетом на обрушение пролетных строений в одну какую-либо сторону от оси с опрокидыванием набок. С этой целью как устои, так и промежуточные рамные опоры подрываются

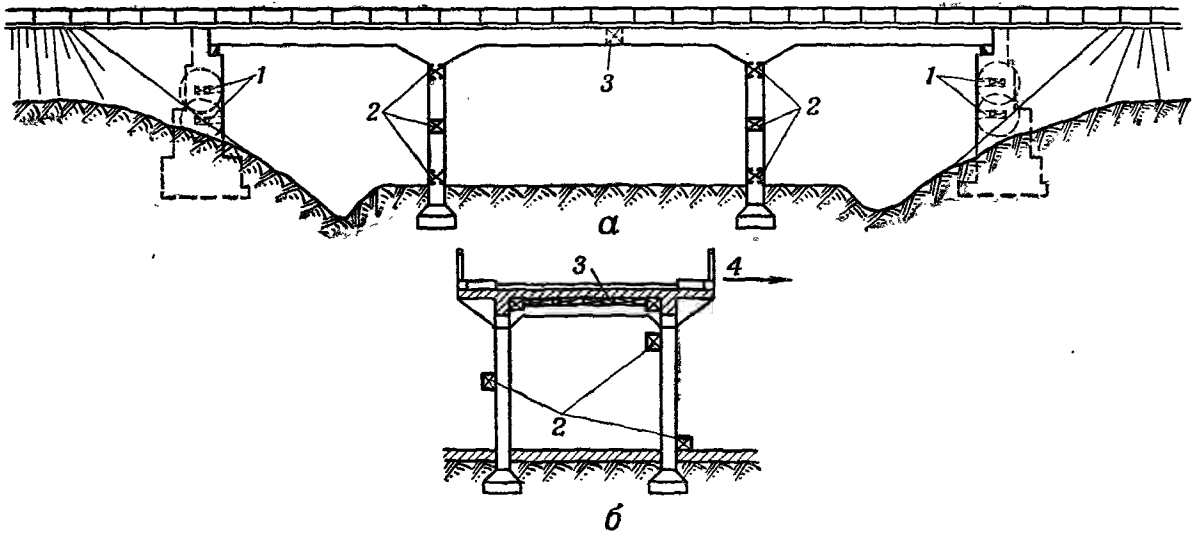


Рис. 165. Подрывание железобетонного путепровода рамной конструкции:

а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *1* — заряды для подрывания устоев по косым сечениям. *2* — заряды для подрывания стоек; *3* — заряды для подрывания пролетного строения; *4* — направление обрушения

по косым сечениям с наклоном в сторону намечаемого обрушения моста.

Стойки рамных опор, расположенные с той стороны, в которую намечается произвести обрушение, подрываются в двух сечениях, расположенных внизу и вверху, а стойки с противоположной стороны — в одном сечении примерно на половине высоты. Расположение зарядов на подрываемых стойках должно способствовать увеличению опрокидывающих усилий.

При высоте мостов (путепроводов), превышающей ширину их проезжей части, указанного выше подрывания рамных опор достаточно для обеспечения обрушения всей конструкции без подрывания пролетных строений и без перебивания арматуры в стойках.

В путепроводах с целью обеспечения более сильной деформации обрушиваемых пролетных строений, необходимой в некоторых случаях для более эффективного заграждения нижней дороги, целесообразно выбивать бетон из ригелей рам и из плиты проезжей части в одном — двух пролетах по одному сечению в каждом (рис. 165).

256. Если высота рамного моста (путепровода) равна или несколько меньше ширины его проезжей части, то для обрушения пролетного строения в сторону от оси с опрокидыванием набок стойки, расположенные со стороны, противоположной направлению обрушения, необходимо подрывать с частичным перебиванием арматуры. Количество сечений подрыва пролетных строений и характер их подрывания определяются по ст. 255.

При ширине мостов (путепроводов), значительно превышающей их высоту, они, как правило, обрушиваются по оси путем подрывания всех опор и пролетных строений. При таком способе обрушения опоры подрываются по всей ширине в одном уровне, а подрывание пролетных строений производится в каждом пролете по одному сечению.

Как стойки рамных опор, так и конструкции пролетного строения подрываются путем выбивания бетона. Из стоек одной — двух средних опор целесообразно выбивать бетон в двух сечениях или подрывать эти стойки с частичным перебиванием арматуры.

257. Подрывание массивных опор железобетонных мостов (как оборудованных, так и не оборудованных заблаговременными зарядными устройствами) производится по ст. 239—247 в зависимости от намечаемого обрушения пролетных строений.

При подрывании опор арочных мостов зарядные устройства (заряды) необходимо располагать всегда ниже уровня заделки арок с тем, чтобы производить разрушение в неармированной зоне. В случаях когда пяты арок расположены очень близко к поверхности воды и выделка ниш или рукавов затруднительна, под-

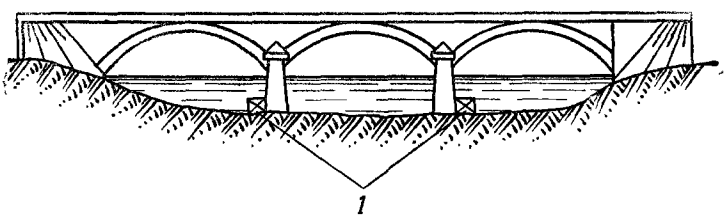


Рис. 166. Подрывание низких опор арочных железобетонных мостов подводными зарядами:
1 — заряд

рывание опор производят подводными зарядами, погружаемыми на дно водотока вплотную к опорам (рис. 166). Расчет таких зарядов производится согласно ст. 152.

258. Конструкции пролетных строений железобетонных мостов и стойки рамных железобетонных опор в большинстве случаев подрываются наружными сосредоточенными или удлиненными зарядами, рассчитываемыми по ст. 147 и 148 в соответствии с намеченным характером подрывания.

Подрывание балок пролетных строений мостов и стоек рамных железобетонных опор толщиной до 1 *м* целесообразно производить удлиненными кумулятивными зарядами КЗУ (рис. 167).

Крепление наружных зарядов на железобетонных конструкциях мостов (рис. 168) производят при помощи досок и вязальной проволоки. Для пропуска проволоки в плитах проезжей части пробиваются отверстия; для пробивания отверстий могут использоваться небольшие заряды ВВ.

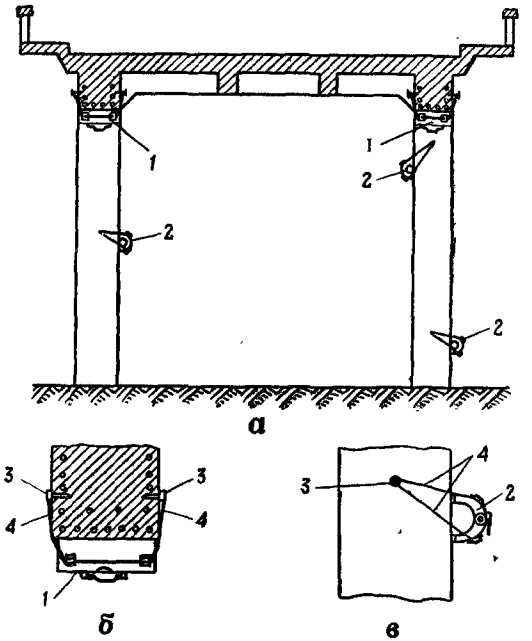


Рис. 167. Подрывание железобетонного путепровода удлиненными кумулятивными зарядами КЗУ:

а — расположение зарядов на стойках и балках; *б* — крепление заряда на балке; *в* — крепление заряда на стойке; *1* и *2* — заряды; *3* — штыри (дюбели), забитые выстрелами из строительно-монтажного пистолета; *4* — проволока

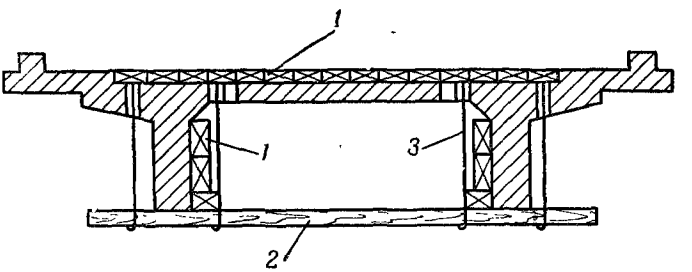


Рис. 168. Крепление наружных зарядов на конструкциях железобетонного моста:

1 — заряды; *2* — доска; *3* — жгуты из проволоки

Для крепления зарядов на железобетонных конструкциях можно использовать строительно-монтажный пистолет СМП-3 (приложение 12). При помощи пистолета в конструкции забиваются штыри (дюбели), к которым на вязальной проволоке подвешиваются заряды (см. рис. 167).

При подрывании элементов конструкций, имеющих поперечное сечение коробчатого типа (рис. 169), заряды целесообразно закладывать во внутренние по-

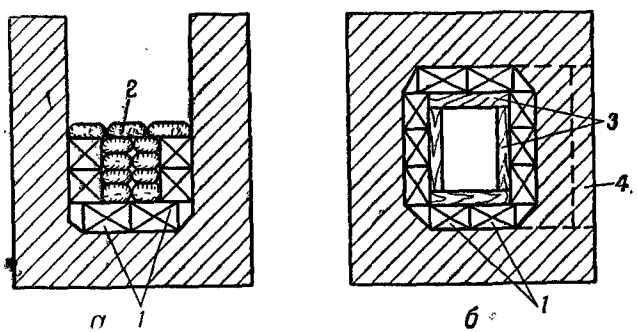


Рис. 169. Расположение зарядов в железобетонных конструкциях коробчатых сечений:

а — заряд в конструкции незамкнутого сечения; *б* — заряд в конструкции замкнутого сечения; *1* — заряды; *2* — забивка из мешков с грунтом; *3* — дощатые распорки; *4* — лаз

лости. Такое расположение зарядов повышает эффективность их действия и в значительной степени упрощает крепление их к подрываемым элементам.

ПОДРЫВАНИЕ КАМЕННЫХ И БЕТОННЫХ МОСТОВ

259. Каменные и бетонные мосты состоят из массивных каменных или бетонных опор и из массивных пролетных строений, выполненных из тех же материалов. Эти мосты отличаются небольшими пролетами, перекрываемыми крутыми арками или сводами, стрела подъема которых достигает одной пятой длины пролета.

Опоры каменных и бетонных мостов, подобно опорам железобетонных арочных мостов с ездой поверху, как правило, имеют небольшую высоту, но значительную толщину.

260. В большинстве случаев разрушение каменны бетонных мостов производится подрыванием вс опор, по всей их ширине в одном уровне, без подры ния арок или сводов (рис. 170). Каменные и бетон арки и своды вследствие появления в них растягив щих усилий при падении на грунт сами разламываю на части и загромождают отверстие моста.

Подрывание опор каменных и бетонных мостов п изводят преимущественно внутренними сосредоточ ными зарядами, закладываемыми в ниши или в рука выделываемые не менее чем на половину т щины опоры. Количество сосредоточенных заряд

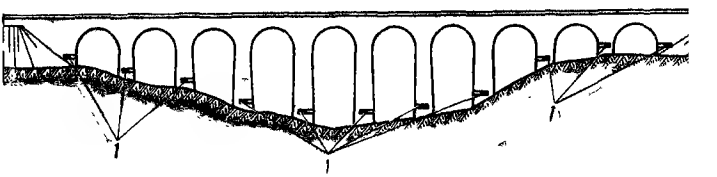


Рис. 170. Подрывание каменного (бетонного) виадука: *1* — заряды в рукавах

необходимых для подрывания опоры, определяется шириной и величиной принятого радиуса разрушения гласно ст. 239—241.

При наличии высокой воды под каменным (бет ным) мостом для подрывания его опор, кроме подв ных зарядов (ст. 257), могут быть применены сос доточенные заряды в колодцах, выделываемых оси каждой подрываемой опоры с проезжей части мо (рис. 171). В этом случае разрушению подвергаю только верхние части опор, но вместе с ними разру ются и пяты сводов, что обеспечивает полное об шение пролетных строений.

261. При невозможности разрушения опор каменн (бетонного) моста подрывают только своды (арки) п летных строений в одном—двух сечениях, распо гаемых над замками или по сторонам замков на р стояниях, равных примерно одной шестой пролета опор (рис. 172).

Для подрывания сводов (арок) в указанных се ниях применяются преимущественно сосредоточ ные заряды, закладываемые в колодцах, устраивае

с проезжей части мостов. Колодцы отрываются до верхней поверхности сводов или до их забутки. За радиус разрушения принимается толщина свода в сечении

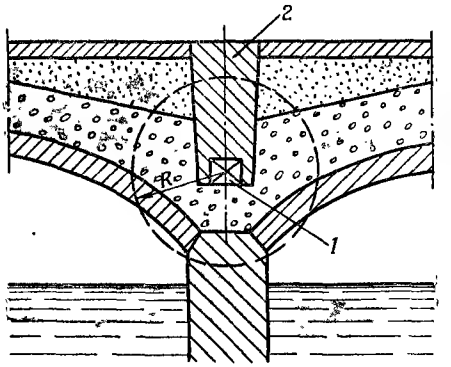


Рис. 171. Подрывание опоры каменного (бетонного) моста сосредоточенными зарядами в колодцах:
1 — заряд; *2* — колодец (забитый)

подрыва, увеличенная на толщину слоя забутки, оставленного под зарядом (рис. 171). Колодцы после за-

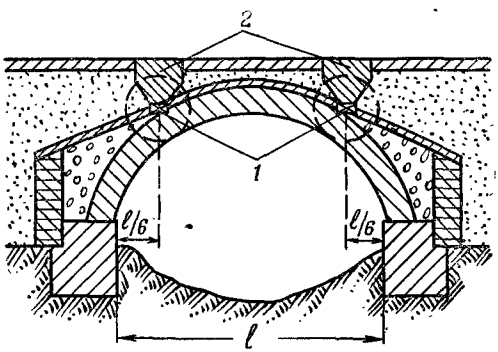


Рис. 172. Подрывание свода каменного (бетонного) моста сосредоточенными зарядами в колодцах:
1 — заряды; *2* — колодцы (забитые)

кладки зарядов забиваются ранее вынутым материалом. Расчет зарядов производится по формуле (26).

ПОДРЫВАНИЕ ПОДВОДНЫХ И НАПЛАВНЫХ МОСТОВ

262. Подводные мосты располагаются полностью под водой и устраиваются так, что поверхность проезжей части находится не менее чем на 0,5 *м* ниже поверхности воды, над которой возвышаются только указки (вехи). По своей высоте, по величине пролетов и по типу конструкций опор и пролетных строений подводные мосты аналогичны низководным мостам.

По виду материалов подводные мосты могут быть деревянными, металлическими, железобетонными (сборными) и смешанными (например, опоры металлические или железобетонные, а пролетные строения деревянные). Наиболее широко применяются деревянные подводные мосты.

263. Подводные мосты можно подрывать полностью, по всей их длине, или частично, только на наиболее глубоких участках реки. Подрывание подводных мостов производится, как правило, неконтактными подводными зарядами, погружаемыми на дно реки и проталкиваемыми при помощи шестов примерно в середину каждой подрываемой опоры (рис. 173).

Расчет подводных неконтактных зарядов (ст. 137 и 152) производится по условию разрушения крайних свай (стоек) в опорах. Для деревянных свай считается необходимым их перебивание, а для железобетонных — выбивание бетона; в металлических конструкциях необходимо обеспечивать сильное деформирование стоек и элементов пролетных строений, что достигается взрывами зарядов, рассчитываемых по формуле (58); при деревянных пролетных строениях, уложенных по железобетонным или по металлическим опорам, заряды рассчитываются на перебивание крайних прогонов над опорами.

При подрывании подводных мостов взрывание всех зарядов должно производиться одновременно при помощи электровзрывных сетей, изготовляемых на поверхности и погружаемых в воду вместе с зарядами.

264. Наплавные мосты и паромы разрушаются подрыванием плавучих опор (понтонов, барж, плашкоутов), что вызывает затопление их вместе с пролетными строениями.

Плавучие опоры подрываются наружными (накладными) зарядами весом 2—3 *кг*, укладываемыми на дно открытых понтонов (рис. 174, *а*). Закрытые понтоны подрываются подводными контактными зарядами весом 1,0—1,6 *кг*, опускаемыми на веревках за борт вплотную к стенкам понтонов (рис. 174, *б*).

Взрывание зарядов, заложенных как внутри понтонов (на днищах), так и погруженных в воду, производится

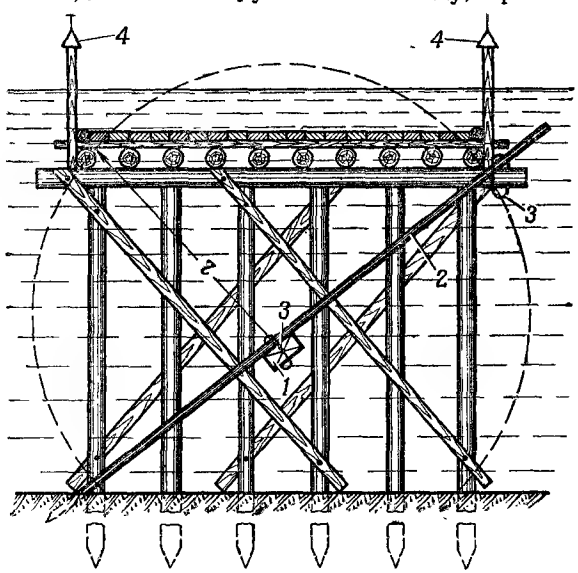


Рис. 173. Подрывание подводного деревянного моста подводными зарядами:
1 — заряд; *2* — шест; *3* — вязальная проволока или веревка; *4* — указки (вехи)

одновременно (электрическим способом или при помощи детонирующего шнура).

Подрывание пристаней паромных переправ и береговых устройств наплавных мостов производится так же, как подрывание свайных или ряжевых опор низководных деревянных мостов.

ПОДРЫВАНИЕ ТУННЕЛЕЙ

265. Подрывание туннелей производится с целью устройства в них завалов, которые противник должен будет устранить, чтобы возобновить движение. Завалы

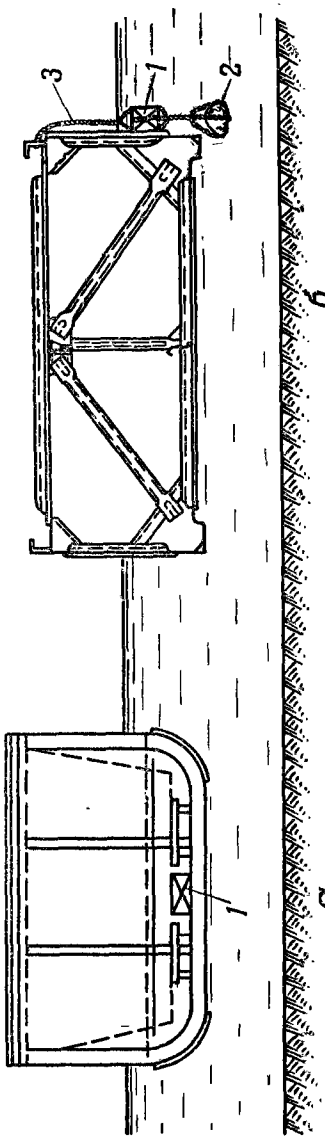


Рис. 174. Подрывание плавучих опор наплавных мостов:
а — подрывание открытого понтона; *б* — то же, закрытого понтона; *1* — заряд; *2* — груз; *3* — веревка

устраиваются путем обрушения породы со сводов и стен туннелей, достигаемого или разрушением поддерживающей породу обделки, или подрыванием самой породы на выброс в туннель. Выбор того или иного способа подрывания туннеля определяется характером окружающей его породы.

Если туннель проходит в мягкой породе, то для устройства завала необходимо подорвать лишь свод или верхние части стенок обделки, и тогда порода под действием собственной тяжести будет обваливаться вниз.

Если же туннель проходит в твердой породе, то он либо вовсе не имеет обделки, либо обделка является декоративной, не несущей нагрузки. В этом случае для устройства завала необходимо закладывать заряды глубоко в массив породы и принудительно выбрасывать ее в туннель.

При любом из указанных способов подрывания туннелей об-

вал лежащей над ними породы производится на входных участках, на протяжении 15—20 *м* на каждом, и в средней части, отдельными участками длиной по 25—50 *м*. Наиболее эффективно разрушение средней части, где расчистка завала требует больше времени.

Количество участков обрушения в средней части туннеля определяется поставленной задачей (заданным общим объемом завалов), а также наличием времени, сил и средств.

266. Подрывание входных и средних участков туннелей, проходящих в мягких породах, производится сосредоточенными зарядами, закладываемыми непосредственно за обделкой несколько ниже пят свода по обеим сторонам туннеля (рис. 175).

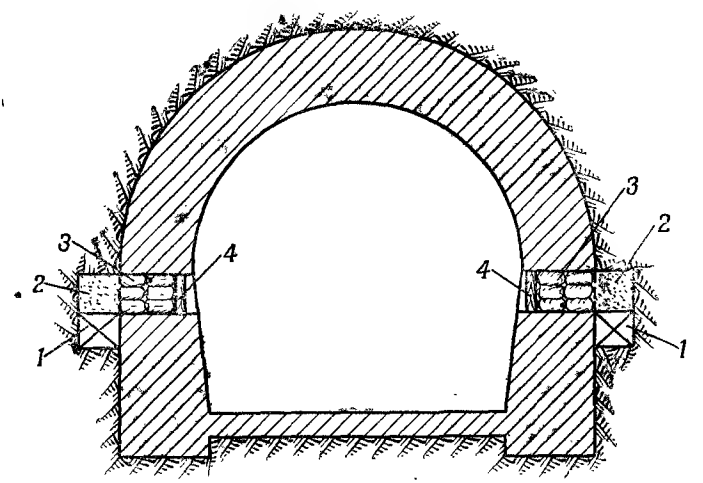


Рис. 175. Подрывание обделки туннеля, проходящего в мягкой породе:

1 — заряды в рукавах; *2* — забивка из грунта; *3* — забивка из мешков с грунтом; *4* — деревянные распорки

Для размещения зарядов в обделке устраиваются рукава с зарядными камерами, располагаемыми уступом в сторону. По длине подрываемых участков рукава располагаются на расстояниях 4—6 *м* один от другого. Размеры рукавов и камер определяются по размерам

зарядов, рассчитываемых по формуле (31) на образование воронки выброса в материале обделки при показателе действия взрыва $n=3\div4$. Забивка рукавов обязательна; она выполняется посредством мешков с грунтом, закрепляемых деревянными распорками

Пробивание обделки туннелей в местах выделки рукавов производится при помощи пневматических отбойных молотков, а также взрывами зарядов в шпурах или последовательными взрывами кумулятивных зарядов. Шпуры выделываются при помощи пневматических перфораторов или пробиваются небольшими кумулятивными зарядами. Размещение и расчет шпуровых зарядов производится согласно ст. 187 *.

267. Для подрывания входных участков туннелей, проходящих в твердых породах, заряды располагаются над замками сводов в камерах, выделанных в колодцах (шурфах) или в галереях (штольнях), пройденных со стороны лобовых откосов.

При небольшой толщине породы над входными участками туннелей устраивают колодцы с зарядными камерами в донной части (рис. 176, *а*). Если же толща породы велика, то над входами устраиваются галереи, из которых уступом вниз выделываются зарядные камеры (рис. 176, *б*).

Зарядные камеры в колодцах и галереях устраиваются на расстоянии 3—4 *м* от открытой поверхности свода. Размеры камер определяются по размерам зарядов, расчет которых производится по формуле (31) на образование воронки выброса в массиве окружающей туннель породы при показателе действия взрыва $n=2{,}0\div3{,}0$.

После закладки зарядов в камеры колодцы и галереи забиваются. Забивка производится мешками с грунтом, дощатыми щитами, бревенчатыми подпорками и т. п. (см. рис. 113).

268. Для подрывания средних участков туннелей, проходящих в твердых породах, заряды закладываются на расстоянии 2—3 *м* от поверхности стен в боковых галереях, выделываемых изнутри туннелей в поперечных направлениях (рис. 177).

---

* Глубина шпуров принимается равной толщине обделки.

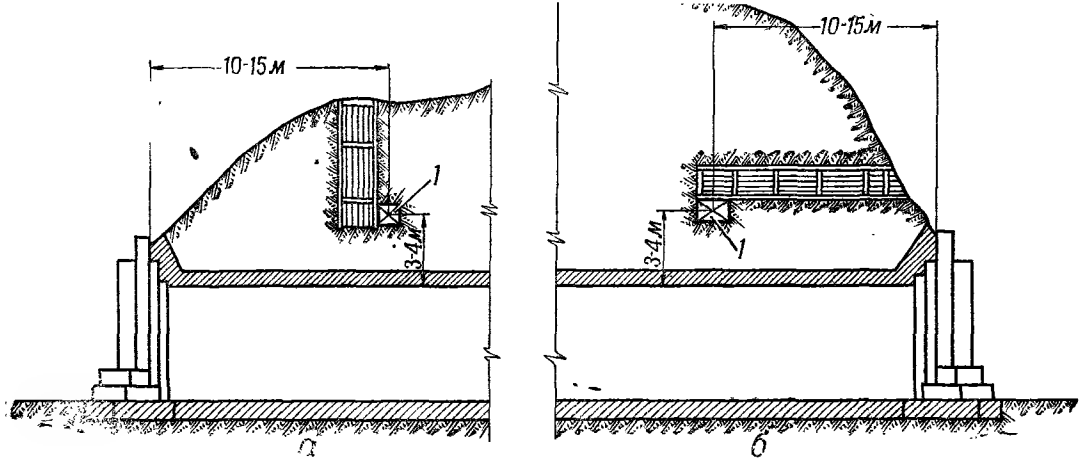


Рис. 176. Подрывание входных участков туннелей, проходящих в твердых породах:
а — размещение заряда в колодце; *б* — то же, в галерее; *1* — заряды

Галереи устраиваются по обеим сторонам туннеля на расстоянии 8—10 *м* одна от другой. Проходку их целесообразно производить под углом к горизонту так, чтобы они начинались на высоте примерно 1,0 *м* над уровнем пола туннеля и заканчивались зарядными камерами по возможности ближе к уровню пят свода. Определение размеров камер, расчет, закладка и забивка зарядов производятся согласно ст. 267.

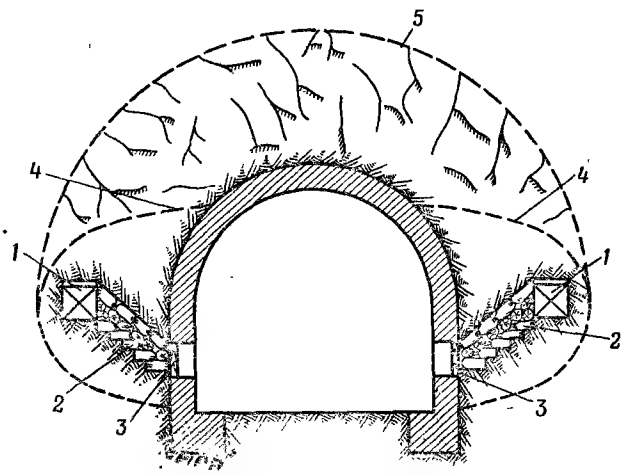


Рис. 177. Подрывание среднего участка туннеля, проходящего в твердой породе:

1 — заряды в боковых галереях; *2* — забивка галерей из мешков с грунтом; *3* — деревянные распорки; *4* — контуры воронок; *5* — контур свода естественного равновесия после обвала породы

При подрывании зарядов, расположенных несколько ниже пят свода, в результате выброса породы в отверстие туннеля его пролет значительно увеличивается, что вызывает дополнительный обвал породы с потолка под действием собственного веса. Объем этой дополнительно обваливающейся породы определяется новым положением свода естественного равновесия, соответствующим увеличенному пролету.

269. Выделка галерей в стенах туннелей, проходящих в твердых породах, а также выделка колодцев и галерей в лобовых откосах производится, как правило, взрыв-

ным способом при помощи шпуровых зарядов (ст. 187).

В тех случаях, когда производство подрывных работ во время подготовки туннеля к подрыванию по тем или иным причинам невозможно, выделку галерей и колодцев производят пневматическими отбойными молотками.

270. В ряде случаев устройства для размещения зарядов создаются при строительстве туннелей. Такие устройства в туннелях (так же, как в мостах) называются заблаговременными зарядными устройствами. При подготовке туннелей к подрыванию необходимо проводить их обследование с целью выявления указанных устройств.

Создаваемые при возведении туннелей заблаговременные зарядные устройства делятся на наружные и внутренние. Наружные устройства предназначаются для использования при подрывании входных участков туннелей, и входы в них располагаются на дневной поверхности. Внутренние устройства предназначаются для использования при подрывании средних участков туннелей, и входы в них располагаются внутри туннелей.

271. К наружным заблаговременным зарядным устройствам относятся колодцы и галереи, выделываемые в лобовых откосах туннелей (см. рис. 176). В одном откосе может быть сделано несколько колодцев; галерея делается одна, но в ней (по длине) может быть устроено несколько зарядных камер.

Колодцы и галереи делаются одинаковыми как в мягких, так и в твердых породах. Стенки их одеваются (если это необходимо по характеру породы) тем же материалом, из которого выполняется обделка туннеля. Входы в колодцы и галереи закрываются металлическими крышками (дверями).

272. В качестве внутренних заблаговременных зарядных устройств в туннелях, проходящих в мягких породах, делаются рукава с зарядными камерами, устраиваемыми непосредственно за обделкой (ст. 266). Стенки камер одеваются тем же материалом, из которого выполняется обделка туннеля. Входы в рукава закрываются металлическими крышками или закладываются штучным камнем.

В качестве внутренних заблаговременных зарядных устройств в туннелях, проходящих в твердых породах, делаются боковые (поперечные) галереи с двумя зарядными камерами каждая (рис. 178). Начальные участки галерей делаются горизонтальными, подходы к развилкам галерей и зарядным камерам — ступенчатыми.

Галереи и камеры одеваются (если это требуется) тем же материалом, из которого выполнена обделка туннеля. Входы в галереи закрываются металлическими дверями или закладываются камнем.

В очень твердых породах дополнительно к зарядным камерам в боковых галереях устраивается еще верхняя зарядная камера над сводом туннеля, соединяющаяся вертикальной шахтой с одной из боковых галерей (см. рис. 178, *б*).

273. **При отсутствии заблаговремеиных зарядных устройств** в туннеле и при недостатке времени на выделку зарядных устройств в период подготовки его к разрушению возможно применение сосредоточенных зарядов, располагаемых открыто внутри туннеля, по возможности вплотную к одной из его стенок или к своду (рис. 179).

Если туннель проходит в мягких породах, то такие заряды могут применяться при любой толще пород над сводом и за стенками туннеля. В этом случае заряды должны рассчитываться на устройство воронок в обделке, размеры которых должны обеспечивать достаточный обвал (высыпание) породы в туннель; расчет производится по формуле (40).

Если же туннель проходит в твердых породах, то применение открыто расположенных в нем зарядов целесообразно только при толще пород (за какой-либо стенкой или над сводом туннеля) не более 10,0 *м*. В этом случае несколько зарядов, каждый из которых рассчитывается на пробивание всей толщи породы, закладываются в средних участках туннеля; расчет производится по формуле (26) при $B=9$.

274. При отсутствии заблаговременных зарядных устройств и при невозможности подрывания туннелей в соответствии с указаниями ст. 273 производится их заграждение путем устройства завалов из камней, бревен, разбитых транспортных средств и т. п.

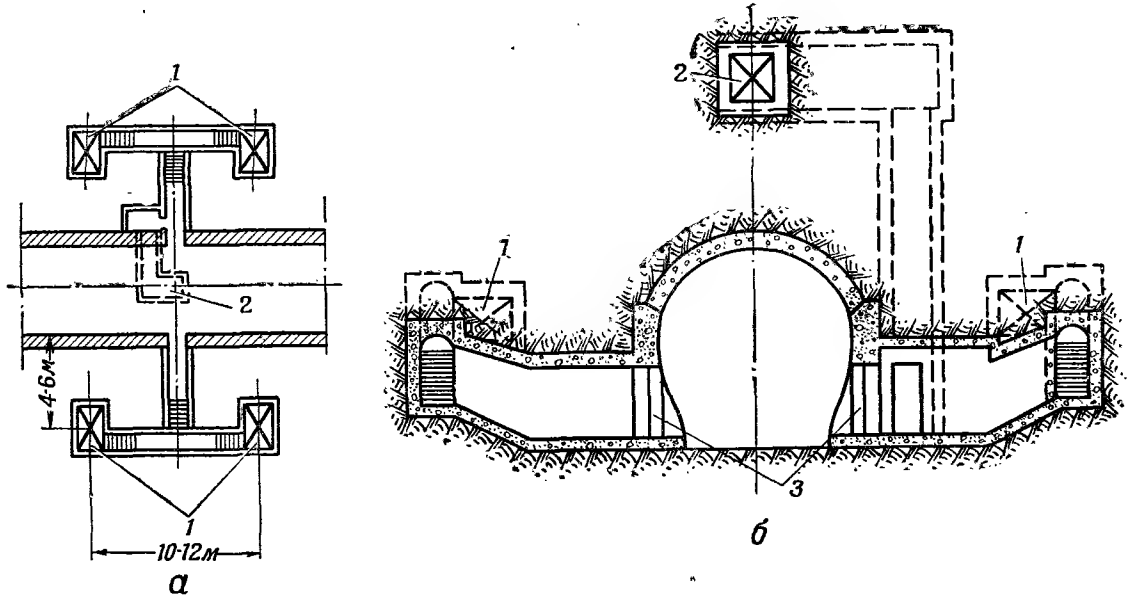


Рис. 178. Боковые галереи с зарядными камерами, устраиваемые в туннелях, проходящих в твердых породах:

а — план; *б* — поперечный разрез; *1* — боковые зарядные камеры; *2* — верхняя зарядная камера; *3* — двери, закрывающие входы в галереи

В железнодорожных туннелях завалы могут устраиваться пуском в них (с обоих концов) локомотивов

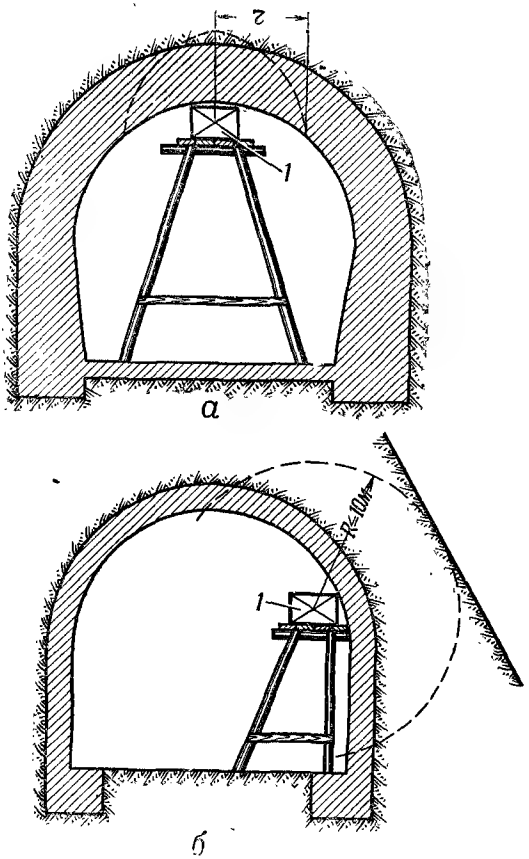


Рис. 179. Подрывание туннелей сосредоточенными зарядами, открыто располагаемыми у обделки:

а — при прохождении туннеля в мягкой породе; *б* — то же, в твердой породе; *1* — заряды

с вагонами, груженными камнем, щебнем, бревнами и т. п. Перед пуском поездов рельсовые пути в середине туннеля должны быть подорваны.

ГЛАВА VIII

РАЗРУШЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

275. На автомобильных дорогах разрушаются мосты и путепроводы (гл. VII), земляное полотно и покрытия, водопропускные трубы и подпорные стенки. В целях заграждения горных дорог могут устраиваться завалы подрыванием наддорожных крутостей.

На аэродромах разрушаются летные поля, сооружения, обеспечивающие снабжение горючим и смазочными материалами, склады боеприпасов, командные пункты, средства связи и навигации, сооружения и средства технического обслуживания и ремонта самолетов, казарменные и жилые городки.

РАЗРУШЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ПОКРЫТИЙ ДОРОГ

276. Земляное полотно разрушают на участках, не имеющих объездов, как например: на высоких насыпях и дамбах, проходящих по болотистым местам, в глубоких выемках, на подходах к искусственным сооружениям, на перекрестках дорог, на участках дорог, проходящих в ущельях и по крутым косогорам. Разрушение земляного полотна производится путем устройства в нем воронок и рвов, а также путем его сброса.

277. Воронки и рвы в земляном полотне устраиваются взрывом одного или нескольких зарядов. Вес зарядов с учетом различных дорожных покрытий определяется по формуле (31) при показателе действия взрыва $n=2{,}0\div3{,}0$. Количество зарядов определяется необходи-

мым объемом разрушений и условиями производства работ по выделке зарядных устройств.

Воронки на дорогах должны иметь диаметр не менее 5—6 *м*. При расчете зарядов для их устройства на дорогах с твердым покрытием (бетонное, гравийное и др.) величина K в формуле (31) принимается по табл. 23 для грунта земляного полотна и умножается на поправочный коэффициент, зависящий от отношения толщины покрытия z к линии наименьшего

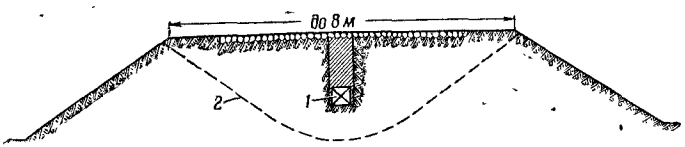


Рис. 180. Подрывание земляного полотна дороги шириной до 8,0 *м*:
1 — заряд; *2* — контур ожидаемой воронки

сопротивления h и от показателя действия взрыва n (табл. 30).

Таблица 30

Значения поправочного коэффициента

n \ z/h	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
1,5	2,8	2,6	2,3	2,0	1,5
2,0	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4
2,5	2,3	2,1	1,9	1,6	1,3
3,0	2,1	1,9	1,7	1,5	1,2
3,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,1

278. При ширине земляного полотна до 8,0 *м* воронка в нем может быть образована взрывом одного заряда, расположенного по оси дороги (рис. 180). При ширине полотна более 8,0 *м* разрушение его производится взрывом двух или большего количества зарядов (рис. 181).

Расстояния между зарядами принимаются такими, чтобы после их взрыва между воронками оставались перемычки шириной не более 1,5 *м*. Расстояния

от центров зарядов до поверхности откосов насыпи должны быть б о л ь ш е линии наименьшего сопротивления h.

Для разрушения участка насыпи, в зависимости от ее ширины, заряды располагаются в один ряд по оси

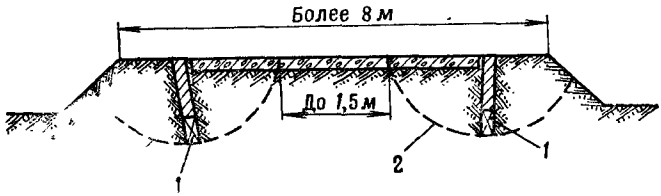


Рис. 181. Подрывание земляного полотна дорогн шириной более 8 *м*:
1 — заряды; *2* — коитуры ожндаемых воронок

дороги или в два ряда по обочинам. Расстояния между зарядами в рядах принимаются равными трем — четы-

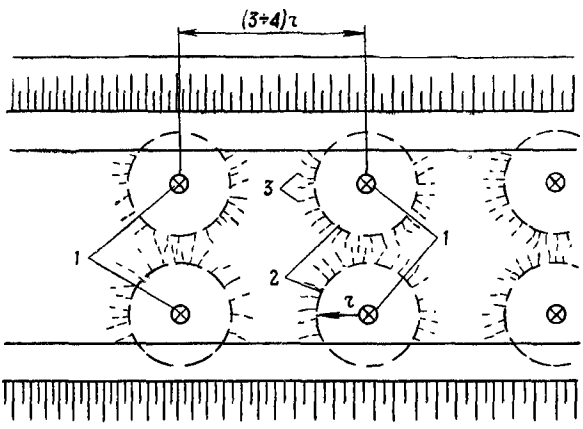


Рис. 182. Расположение зарядов для подрывания участка дорожной насыпи:
1 — заряды; *2* — контуры ожндаемых воронок; *3* — трещины в твердом покрытии

рем радиусам воронки. При таких расстояниях образуются перемычки между воронками (рис. 182), что создает дополнительные трудности для восстановления движения по разрушенному участку.

Разрушение перекрестка дорог без прекращения движения по нему во время выполнения подготовительных работ производится взрывом двух или четырех зарядов, расположенных в углах пересечения.

279. Закладка зарядов в земляное полотно при отсутствии интенсивного движения по дороге может быть

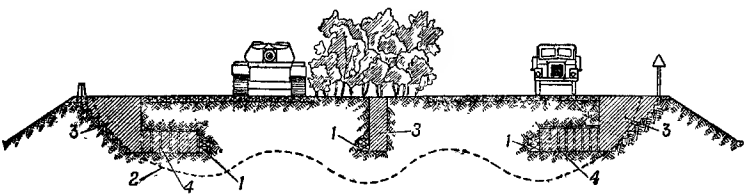


Рис. 183. Закладка зарядов для подрывания земляного полотна дороги в горизонтальные галереи:
1 — заряды; *2* — контуры ожидаемых воронок; *3* — забивка; *4* — крепление галерей

произведена с отрывкой колодцев (шурфов) непосредственно в проезжей части (см. рис. 180). Если заблаговременная отрывка колодцев в проезжей части дороги невозможна, то для закладки зарядов с обочин или с от-

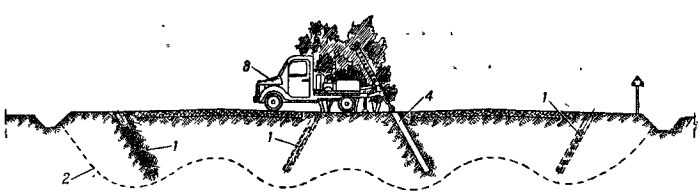


Рис. 184. Закладка зарядов для подрывания земляного полотна дороги в наклонные скважины:
1 — заряды; *2* — контур ожидаемого рва, *3* — бурильная машина; *4* — скважина

косов насыпей (рис. 183) отрываются наклонные или горизонтальные галереи (штольни).

С целью ускорения работ по закладке зарядов вместо колодцев и галерей при помощи бурильных машин устраиваются вертикальные или наклонные скважины (рис. 184).

Для пробивания покрытий дорог и образования скважин в грунте земляного полотна могут применяться кумулятивные заряды. После взрыва этих зарядов

производится расчистка пробоин в покрытии и углубление скважин в грунте до нужных размеров (при помощи бурильных машин или вручную).

280. В целях удобства и безопасности работ при заблаговременной закладке зарядов в земляное полотно взрывание их целесообразно производить бескапсюльным способом (ст. 63 и 174).

Взрывные сети, предназначаемые для одновременного взрывания нескольких заблаговременно заложенных зарядов, могут быть уложены в металлических трубах. Когда заблаговременная укладка взрывных сетей в трубах является затруднительной, для взрывания зарядов применяют наружные сети, прокладываемые по поверхности покрытия непосредственно перед производством взрыва.

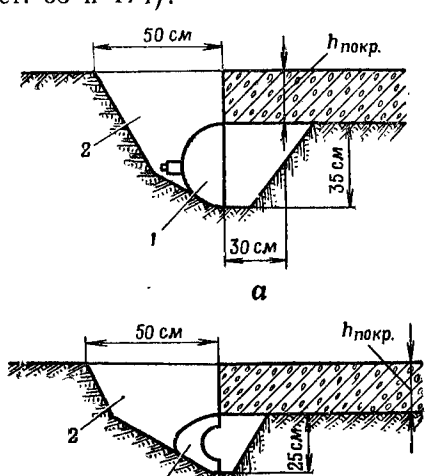


Рис. 185. Установка кумулятивных зарядов в приямки:
а — заряда КЗ-2; *б* — заряда КЗУ; *1* — заряд; *2* — приямок

281. При отсутствии времени на устройство скважин для закладки зарядов в земляное полотно дороги взрывами кумулятивных зарядов КЗ-2 или КЗУ производится разрушение дорожного покрытия.

Кумулятивные заряды располагаются в приямках, отрытых на обочинах дороги (рис. 185). Для повышения эффективности разрушения приямки отрываются против поперечных швов между плитами покрытия.

Для разрушения покрытий дорог шириной до 8 *м* кумулятивные заряды располагаются по обе стороны проезжей части друг против друга (рис. 186).

При ширине покрытий более 8 *м* кумулятивные заряды КЗ-2 взрываются с обеих сторон проезжей части дороги в две очереди. Приямки для размещения зарядов второй очереди отрываются в зонах разруше-

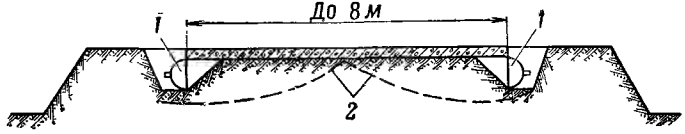


Рис. 186. Разрушение кумулятивными зарядами покрытия дорог шириной до 8 *м*:
1 — заряды КЗ-2 в прнямках; *2* — граннцы ожндаемых зон разрушення

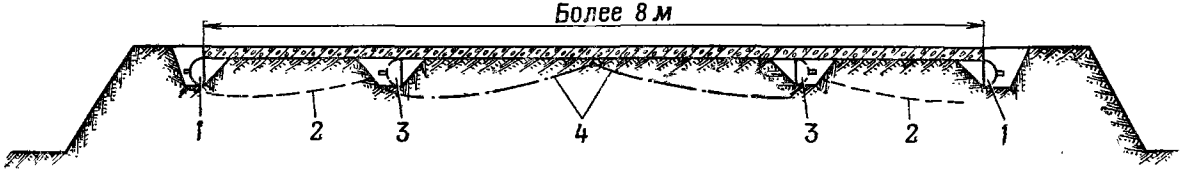


Рис. 187. Разрушение кумулятивными зарядами покрытия дорог шириной более 8 *м*:
1 — заряды КЗ-2 в прнямках (взрываются первымн); *2* — граннцы ожидаемых зон разрушення от взрыва первой пары зарядов; *3* — заряды КЗ-2 в приямках (взрываются вторымн); *4* — границы ожндаемых зон разрушення от взрыва второй пары зарядов

ния, образованных взрывами зарядов первой очереди (рис. 187).

Размеры зон разрушения покрытий, образуемых взрывами кумулятивных зарядов, приведены в табл. 31.

Таблица 31

Размеры зон разрушения дорожных покрытий взрывами кумулятивных зарядов

Название заряда	Тип дорожного покрытия	Размеры зоны разрушения, *м*		
		по оси дороги	перпендикулярно оси дороги	по глубине
КЗ-2	Бетонное, толщиной до 20 *см*	2,5	4,0	0,8
КЗУ	То же	2,8	3,0	0,8
КЗУ	Гравийное, толщиной до 20 *см*	2,5	3,5	0,9

ПОДРЫВАНИЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

282. Эффективное разрушение земляного полотна может быть достигнуто при подрывании водопропускных труб, которые в большинстве случаев располагаются на труднообходимых участках дорог.

Заряды для подрывания труб могут закладываться под сводами внутри труб или над сводами в земляном полотне.

283. Подрывание труб отверстием до 2,0 *м*² при отсутствии необходимости интенсивного пропуска воды и при наличии достаточного времени на подготовку производится одним или несколькими сосредоточенными зарядами, уложенными внутри вплотную к замку свода. При этом концы труб на участках длиной 1,0—2,0 *м* забиваются мешками с грунтом (рис. 188).

Вес заряда определяется по формуле (31) из условия образования воронки заданных размеров. При этом K принимается по табл. 23 для грунта земляного полотна с увеличением в полтора раза.

При необходимости интенсивного пропуска воды и при ограниченном времени на выполнение подготовительных работ забивка труб мешками с грунтом не производится. В этом случае вес заряда, вычисленный по формуле (31), увеличивается в два раза.

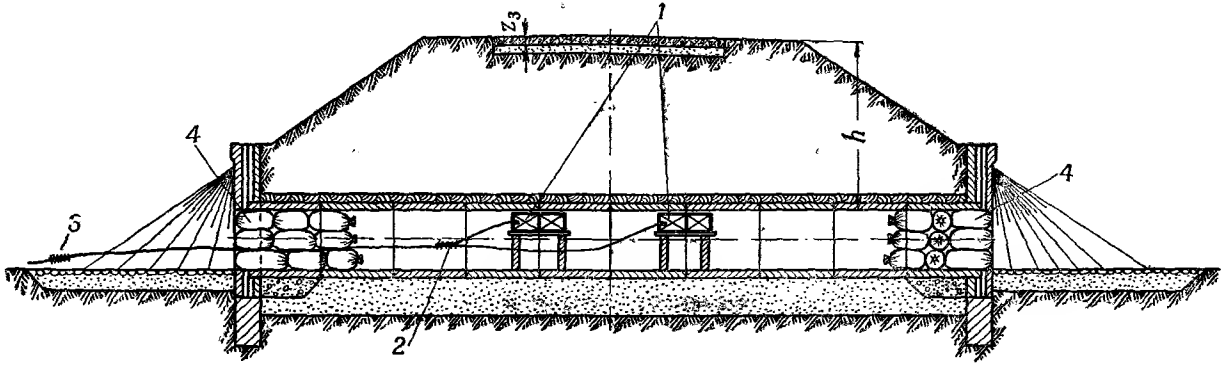


Рис. 188. Подрывание сосредоточенными зарядами водопропускной трубы отверстием до 2,0 $м^2$ с забивкой концов:

1 — заряды; *2* — отрезки детонирующего шнура с капсюлями-детонаторами; *3* — зажигательная трубка; *4* — мешки с грунтом

284. Вес одного или суммарный вес нескольких сосредоточенных зарядов, закладываемых внутри трубы с целью ее разрушения при наличии забивки по концам, должен, кроме того, удовлетворять условию

$$C \geqslant 2V, \qquad (61)$$

где C — вес заряда (зарядов) в килограммах;

V — внутренний объем трубы в кубических метрах.

285. В условиях интенсивного пропуска воды и недостатка времени на выполнение подготовительных работ трубы отверстием до 2,0 $м^2$ можно подрывать также удлиненными зарядами, укладываемыми внутри

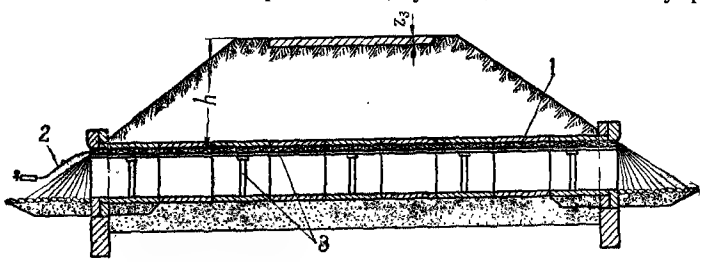


Рис. 189. Подрывание удлиненным зарядом водопропускной трубы отверстием до 2,0 $м^2$:

1 — заряд; *2* — зажигательная трубка; *3* — подмости для заряда

труб, вплотную к замкам сводов по всей их длине (рис. 189). Расчет удлиненных зарядов производится по формуле (32) при показателе действия взрыва $n = 2{,}0 \div 3{,}0$. При этом величина K определяется так же, как при расчете сосредоточенных зарядов.

Пример. Определить вес сосредоточенных зарядов, необходимых для образования рва шириной 8 *м* в земляном полотне дороги с бетонным покрытием.

Ширина земляного полотна поверху равна 12,0 *м*; грунт — суглинок, толщина бетонного покрытия $z_3 = 0{,}25$ *м*. Заряды закладываются в водопропускную трубу длиной 18,0 *м*, сделанную из железобетонных колец диаметром 1,5 *м* и толщиной $z_1 = 0{,}10$ *м*. Минимальная толщина слоя грунта между трубой и дорожным покрытием $z_2 = 1{,}65$ *м*.

В период с начала подготовительных работ до получения приказа на производство взрыва может возникнуть необходимость интенсивного пропуска воды через трубу.

Разрушение полотна дороги согласно ст. 278 производится двумя сосредоточенными зарядами без забивки трубы.

Расчетная линия наименьшего сопротивления h при высоте заряда $H_з$, равной примерно 0,3 *м*, и при расположении его вплотную к своду трубы составит

$$h = \frac{H_з}{2} + z_1 + z_2 + z_3 = \frac{0{,}3}{2} + 0{,}1 + 1{,}65 + 0{,}25 = 2{,}15 \text{ м}.$$

Раднус воронкн равеи

$$r = \frac{8}{2} = 4 \text{ м}.$$

Показатель действия взрыва

$$n = \frac{r}{h} = \frac{4}{2{,}15} = 1{,}86.$$

Вес заряда определяем по формуле (31)

$$C = K_{\text{расч}} \cdot M \cdot h_0^3.$$

Согласно ст. 283 и табл. 23

$$K_{\text{расч}} = 1{,}5 \cdot K = 1{,}08 \cdot 1{,}5 = 1{,}62.$$

По табл. 24 для $n = 1{,}86$ $M = 4{,}12$.
Вес одиого заряда будет равен

$$C_1 = 1{,}62 \cdot 4{,}12 \cdot 2{,}15^3 = 66 \text{ кг}.$$

Общий вес двух зарядов составляет

$$C = 66 \cdot 2 = 132 \text{ кг}.$$

Удвоенный внутреннй объем трубы равен

$$2V = 2 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 1{,}5^2}{4} \cdot 18 = 64 \text{ м}^3,$$

что меньше 132; таким образом, условие (61) выполняется.

При отсутствии забивки по коицам трубы вес каждого заряда должен быть увелнчен в два раза. Следовательно, общий вес обоих зарядов в данном случае составит

$$C = 132 \cdot 2 = 264 \text{ кг}.$$

Расстоянне между зарядами по длние трубы согласно ст. 278 должно быть равно радиусу воронкн, т. е.

$$l = r = 4 \text{ м}.$$

286. Заряды для подрывания труб отверстием 2,0 $м^2$ и более при толщине слоя грунта над сводами свыше 1,5 *м* закладываются в земляном полотне, в колодцах и

галереях, отрытых со стороны обочин, или в скважинах, как это предусмотрено ст. 279. Количество зарядов принимается по ст. 278, вес каждого заряда определяется по ст. 277 в зависимости от заданного радиуса воронки (рис. 190). В целях обеспечения необходимого разрушения свода трубы расстояние h_1 от его откры-

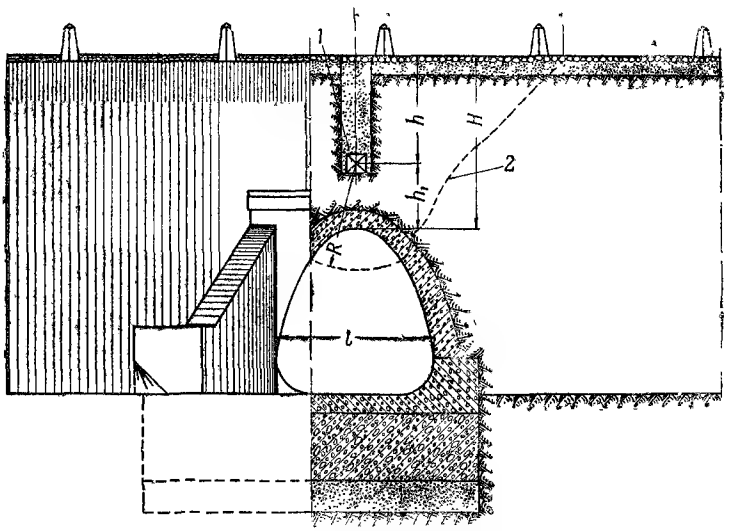


Рис. 190. Подрывание водопропускной трубы отверстием более 2,0 $м^2$ сосредоточенными зарядами в колодцах над сводом:
1 — заряд; *2* — контур ожидаемого рва

той (внутренней) поверхности до центра заряда (см. рис. 190) должно удовлетворять условию

$$h_1 = 0{,}4H, \qquad (62)$$

где H — расстояние от внутренней поверхности свода трубы до внешней поверхности проезжей части дороги.

При толщине слоя грунта над сводами до 1,5 *м* заряды (сосредоточенные или удлиненные) закладываются не в земляном полотне, а внутри труб вплотную к замкам сводов (рис. 191).

Вес зарядов определяется по формуле (26) или (27); величина коэффициента A принимается по табл. 19 в зависимости от материала трубы; коэффициент B при-

нимается для наружного заряда; расчетный радиус разрушения R определяется по формуле

$$R = \sqrt{H^2 + \frac{l^2}{4}}, \qquad (63)$$

где H — то же, что в формуле (62);
l — пролет трубы.

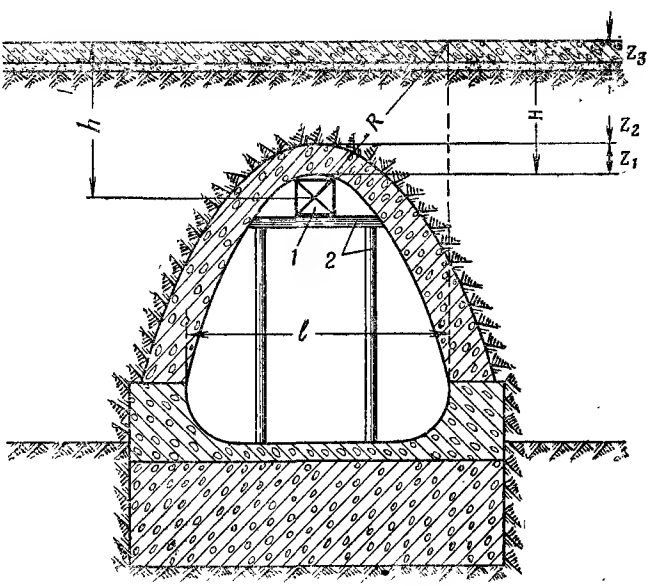


Рис. 191. Подрывание водопропускной трубы отверстием более 2,0 $м^2$ зарядами, расположенными под сводом:
1 — заряд; *2* — подмости для заряда

Расстояние между сосредоточенными зарядами вдоль трубы принимается равным полуторной величине расчетного радиуса разрушения.

Пример. Определить вес и количество сосредоточенных зарядов, необходимых для разрушения бетонной водопропускной трубы отверстием 4 $м^2$ (см. рис. 190) с целью образования рва шириной 6,0 $м$ на дороге с бетонным покрытием.

Ширина земляного полотна дороги поверху равна 12,0 $м$; толщина бетонного дорожного покрытия $z_3 = 0{,}25$ $м$; расстояние от внутренней поверхности свода трубы до внешней поверхности дорожного покрытия $H = 2{,}5$ $м$; грунт земляного полотна — суглинок.

Ввиду того, что толщина слоя грунта над сводом трубы более 1,5 *м*, принимаем заряды, закладываемые в земляное полотно.

Расстояние от внутренней поверхности трубы до центра заряда согласно условию (62) принимается равным

$$h_1 = 0{,}4H = 0{,}4 \cdot 2{,}5 = 1{,}0 \text{ м}.$$

Расчетная линия наименьшего сопротивления (глубина заложения заряда) равна

$$h = H - h_1 = 2{,}5 - 1{,}0 = 1{,}5 \text{ м}.$$

Радиус воронки составит

$$r = \frac{6}{2} = 3 \text{ м}.$$

Показатель действия взрыва будет иметь величину

$$n = \frac{r}{h} = \frac{3}{1{,}5} = 2{,}0.$$

Учитывая, что дорога имеет бетонное покрытие толщиной $z = 0{,}25$ *м*, по табл. 30 находим поправочный коэффициент, который при $\frac{z}{h} = \frac{0{,}25}{1{,}5} = 0{,}17$ и $n = 2$ приблизительно равен 1,5.

По табл. 23 для суглинка $K = 1{,}08$, а по табл. 24 при $n = 2$ $M = 5{,}17$.

Вес одного заряда определим по формуле (31)

$$C = 1{,}5 \cdot 1{,}08 \cdot 5{,}17 \cdot 1{,}5^3 = 30 \text{ кг}.$$

Расстояния между зарядами вдоль трубы согласно ст. 278 равны радиусу воронки

$$l = r = 3 \text{ м}.$$

Количество зарядов, необходимых для разрушения земляного полотна дороги по всей ширине, будет равно

$$m = \frac{12{,}0}{3} - 1 = 3.$$

Каждый из трех зарядов в состоянии разрушить бетонный свод трубы в радиусе R, определяемом по формуле (26) и табл. 19 и 20

$$R = \sqrt[3]{\frac{C}{AB}} = \sqrt[3]{\frac{30}{1{,}5 \cdot 1{,}15}} = 2{,}6 \text{ м}.$$

Величина радиуса разрушения R значительно превышает расстояние h_1 от центра заряда до открытой поверхности свода трубы, что гарантирует полное разрушение его.

ПОДРЫВАНИЕ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК

287. Обрушение земляного полотна на участках дорог, имеющих подпорные стенки, достигается подрыванием стенок сосредоточенными зарядами, располагаемыми на расстоянии 0,50 *м* от их тыльной поверхности и на глубине не менее полутора радиусов разрушения (1,5 *R*).

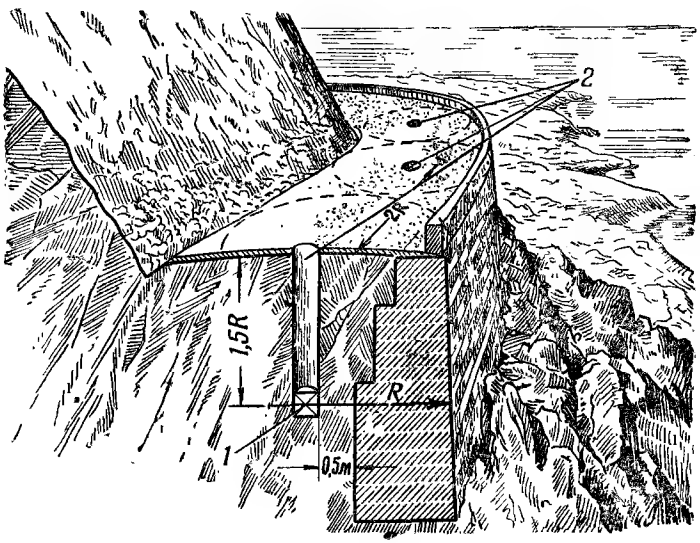


Рис. 192. Подрывание подпорной стенки зарядами, заложенными в земляном полотне:
1 — заряд; *2* — колодцы

Заряды закладываются в колодцах или скважинах; в целях получения сплошного обвала участка стенки расстояния между зарядами не должны превышать удвоенной величины радиуса разрушения (рис. 192). Вес заряда определяется по формуле (26); коэффициент *A* принимается по материалу стенки (табл. 19).

Подрывание подпорной стенки может быть произведено также сосредоточенными зарядами, закладываемыми в рукавах, выделанных в стенке на две трети ее

толщины (рис. 193). Для закладки зарядов могут быть использованы также существующие в подпорных стенках водовыпускные отверстия.

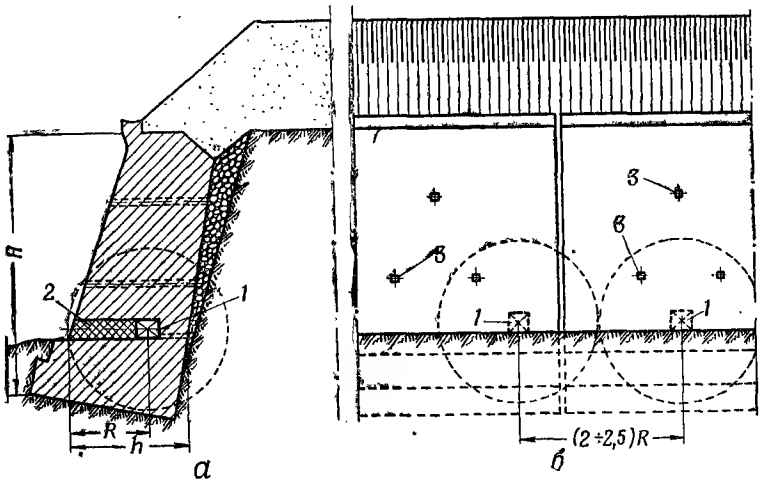


Рис. 193. Подрывание подпорной стенки зарядами в рукавах:
а — поперечный разрез; *б* — вид сбоку; *1* — заряды, *2* — забивка; *3* — отверстия для стока воды

УСТРОЙСТВО ЗАВАЛОВ И СБРОСОВ НА ГОРНЫХ ДОРОГАХ

288. Завалы на горных дорогах устраиваются методом камерных зарядов (ст. 193); линия наименьшего сопротивления принимается равной примерно трем четвертям ширины выемки при одностороннем обвале (рис. 194). Расчет зарядов производится по формуле (31) при показателе действия взрыва $n = 0{,}75 \div 1{,}25$. Расстояния между зарядами по длине дороги принимаются равными полуторной величине расчетной линии наименьшего сопротивления.

289. Сброс земляного полотна горной дороги производится взрывом группы сосредоточенных зарядов с образованием глубокой выемки на участке длиной не менее 25—30 *м*. При заблаговременной подготовке полотна к сбросу заряды целесообразно закладывать в галереях, пройденных со стороны откоса и расположенных в один или два яруса (рис. 195). Расчет зарядов, необходимых для получения воронок заданных

радиусов r_1 и r_2, производится по формуле (31) при показателе действия взрыва $n = 1{,}5 \div 2{,}0$.

Заряды различных ярусов располагаются таким образом, чтобы воронки, образующиеся после их взрыва,

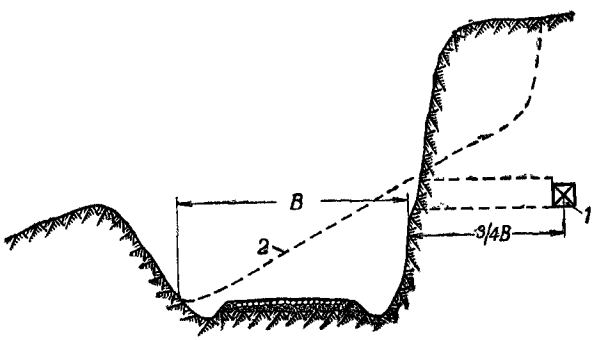


Рис. 194. Устройство завала на горной дороге путем обрушения крутостей:
1 — заряд; *2* — контур ожидаемого завала; *B* — расчетная ширина выемки

пересекались у бровки откоса. Расстояния между зарядами вдоль дороги должны быть не менее 1,5 r_1 и соответственно не менее 2 r_2.

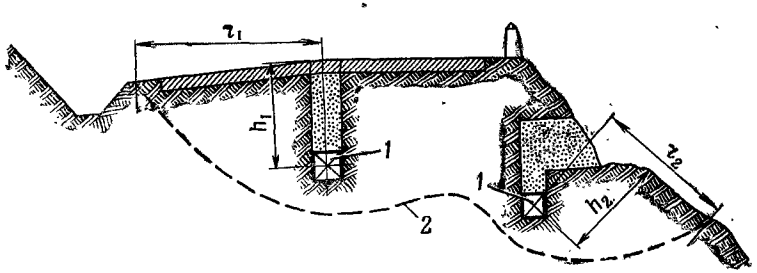


Рис. 195. Сброс земляного полотна горной дороги:
1 — заряды; *2* — контур предполагаемого обрушения

Если по горной дороге нет интенсивного движения, то заряды для сброса земляного полотна могут закладываться в колодцах, отрываемых с проезжей части.

РАЗРУШЕНИЕ ЛЕТНЫХ ПОЛЕЙ АЭРОДРОМОВ

290. Основными объектами разрушения летных полей (рис. 196) являются взлетно-посадочные полосы с искусственными покрытиями, места стоянок самолетов и рулежные дорожки.

На взлетно-посадочных полосах с искусственными покрытиями для приведения их в непригодное для полетов состояние требуется устраивать от 5 до 10 воронок на 300—400 *пог. м* полосы. Воронки диаметром 5—6 *м* и глубиной 1,5—2 *м* должны располагаться по всей ширине полосы.

На грунтовых участках летных полей необходимое количество воронок определяется из расчета одна — две воронки на гектар площади.

Грунтовые участки могут быть также приведены в негодное состояние отрывкой на них канав и борозд при помощи различных землеройных машин.

291. В качестве зарядов для устройства воронок используются не только ВВ и стандартные заряды, но и фугасные (осколочно-фугасные) авиабомбы. Расчет зарядов производится по формуле (31) при показателе действия взрыва $n=2{,}0\div3{,}0$.

Выделка колодцев или скважин для закладки зарядов в грунт должна производиться с использованием буровых машин и бурового инструмента. Для образования скважин могут применяться кумулятивные заряды КЗ-2 (табл. 2).

В целях сокращения работ по выделке колодцев и скважин необходимо максимально использовать имеющиеся на летном поле водосборные и смотровые колодцы и дренажные трубы. Заряды, закладываемые в колодцы и трубы, при наличии забивки рассчитываются по формуле (31); при отсутствии забивки вес зарядов увеличивается в два раза.

При отсутствии времени на закладку зарядов в грунт и при наличии достаточного количества ВВ или подлежащих уничтожению фугасных авиабомб устройство воронок на летном поле может производиться взрывами наружных (накладных) зарядов, рассчитываемых по формуле (40).

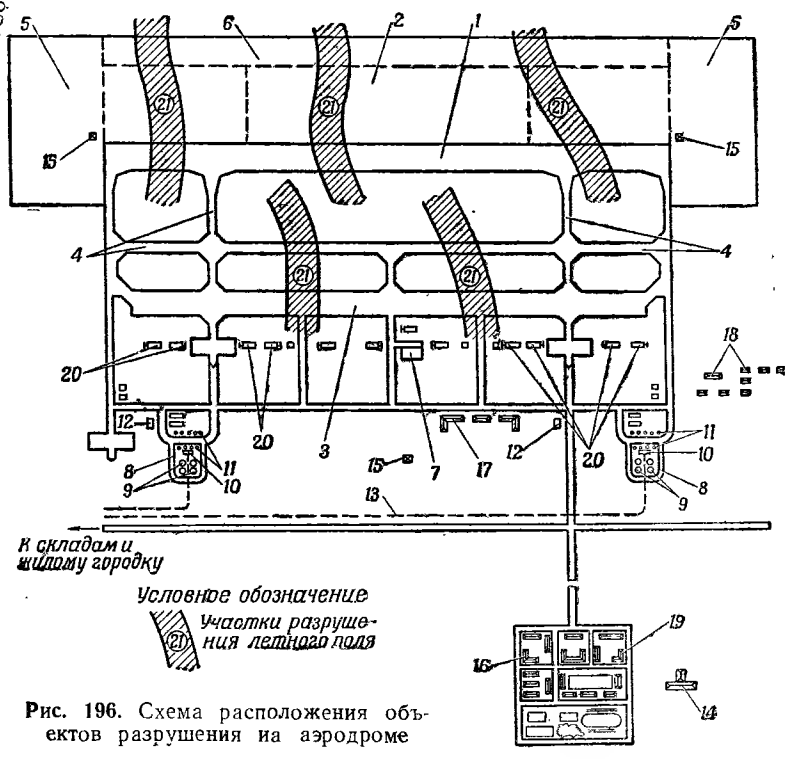


Рис. 196. Схема расположения объектов разрушения на аэродроме

Объекты разрушения

№ на схеме	Наименование
1	Взлетно-посадочная полоса
2	Грунтовая часть летного поля
3	Места стоянки самолетов
4	Рулежные дорожки
5	Концевые полосы безопасности
6	Боковая полоса безопасности
7	Командно-диспетчерский пункт
8	Расходный склад горючего и смазочных материалов
9	Резервуары горючего
10	Насосная станция
11	Сливные стояки
12	Склад масла
13	Топливопровод
14	Электростанция
15	Трансформаторная подстанция
16	Узел связи
17	Группа сооружений технического обслуживания
18	Группа сооружений аэродромно-эксплуатационного обслуживания
19	Казарменный городок
20	Убежища
21	Участки разрушения летного поля

292. Повреждение бетонных или железобетонных покрытий взлетно-посадочных полос, мест стоянок самолетов и рулежных дорожек может быть достигнуто взрывами сосредоточенных наружных зарядов весом 10—15 *кг*, уложенных на стыках отдельных плит.

Подрывание металлических покрытий взлетно-посадочных полос, мест стоянок самолетов и рулежных дорожек производится удлиненными наружными зарядами весом 1—2 *кг* на *пог. м*. Заряды укладываются зигзагообразно на отдельных участках покрытий длиной по 100—150 *м* (рис. 197).

293. В целях наибольшего затруднения работ по восстановлению аэродромов противником наряду с разрушением летных полей и расположенных на них сооружений целесообразно производить и их минирование противотанковыми, противопехотными, противотранспортными и объектными минами, а также различными минами-ловушками (сюрпризами).

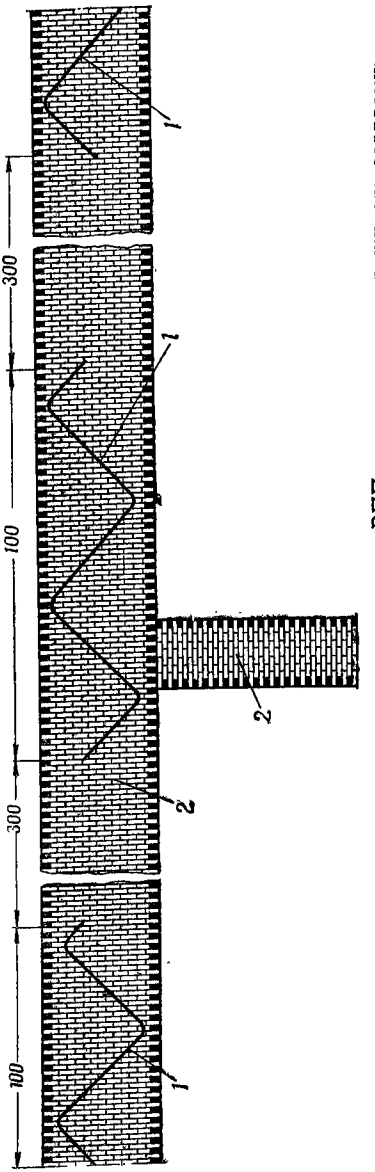


Рис. 197. Подрывание металлического покрытия ВПП удлиненными наружными зарядами:
1 — заряды; *2* — металлическое покрытие

294. При наличии времени, сил и средств на аэродромах разрушаются следующие объекты;

— командные и командно-диспетчерские пункты;

— склады боеприпасов;

— сооружения, обеспечивающие снабжение горючим и смазочными материалами (резервуары, разводящая сеть, насосные станции, сливные стояки и т. п.);

— электростанции и трансформаторные подстанции (ст. 312, 315 и 316);

— основные стационарные средства посадки самолетов (диспетчерские радиолокаторы, радиопеленгаторы, глиссадные радиомаяки и др.);

— подъездные железнодорожные пути (ст. 300—302);

— автомобильные подъездные и внутренние дороги (ст. 276—286);

— сооружения технического и аэродромно-эксплуатационного обслуживания, авиаремонтные заводы, казарменные и жилые городки и светотехнические средства.

295. На командных и комаидно-диспетчерских пунктах разрушаются радиостанции, приборы связи и управления, антенны, здания и убежища.

Оборудование радиостанций, а также приборы связи и управления подрываются зарядами весом 0,4—0,8 *кг* или разрушаются механическим путем. Здания и убежища разрушаются согласно указаниям гл. VI и XI.

Оборудование узла связи подрывается отдельными зарядами весом по 0,4—0,8 *кг* или разрушается механическим путем. Такими же способами уничтожается аппаратура основных средств посадки самолетов.

На складах боеприпасов сосредоточенными накладными зарядами весом по 10—12 *кг* подрываются штабели авиабомб, ракет и снарядов, расположенные как в хранилищах, так и на открытом воздухе. Для взрывания таких зарядов целесообразно использовать часовые взрыватели с малым сроком замедления.

Резервуары горючих и смазочных материалов подрываются, как водоемные резервуары согласно ст. 311. Разводящая сеть горючих материалов выводится

из строя подрыванием смотровых колодцев или расположенной в них арматуры.

Подрывание колодцев производится зарядами, укладываемыми на дно и рассчитываемыми на образование воронки согласно ст. 291. Повреждение арматуры осуществляется взрывами расположенных на ней наружных зарядов весом 0,4—0,8 *кг*.

Насосные станции базовых и расходных складов горючих материалов выводятся из строя подрыванием насосов и двигателей наружными зарядами весом 1—2 *кг*. Здания насосных станций и относящихся к ним вспомогательных служб (щитовые, распределительные и т. п.) подрываются согласно указаниям гл. VI.

Сливные стояки для наполнения топливозаправщиков горючим подрываются зарядами весом 0,6—0,8 *кг*, расположенными у поворотного сальника, и зарядами весом 1—2 *кг*, помещенными у насоса или у фильтра.

296. Строительные конструкции перечисленных объектов разрушаются согласно указаниям гл. VI. Повреждение или уничтожение различного оборудования аэродромных сооружений, а также подвижных средств обслуживания и неэвакуированных самолетов производится в соответствии с указаниями гл. IX и XII.

Большинство стационарных светотехнических сигнальных средств на аэродромах может быть выведено из строя механическими способами.

ГЛАВА IX

РАЗРУШЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

297. К важнейшим объектам, разрушение которых составляет первоочередную задачу при устройстве заграждений на железных дорогах, относятся большие и средние мосты, путепроводы и туннели (гл. VII), электростанции, питающие электрифицированные железнодорожные участки, сооружения пунктов водоснабжения, пристанционные хранилища горючего и неэвакуированный подвижной состав.

298. При наличии достаточных сил, средств и времени на устройство заграждений разрушению могут подвергаться также верхнее строение пути, земляное полотно с водопропускными трубами и подпорными стенками (гл. VIII), устройства связи и СЦБ (сигнализации, централизации и блокировки), служебно-технические здания (гл. VI) и другие станционные сооружения.

299. Во всех случаях до начала работ по разрушению железнодорожных объектов следует предупреждать железнодорожную администрацию о том, чтобы были приняты меры к эвакуации в тыл ценного оборудования, в первую очередь — подвижного состава.

РАЗРУШЕНИЕ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ

300. Верхнее строение пути разрушается подрыванием и механическими путеразрушителями. Описание механических путеразрушителей и порядка их использования приводится в специальных руководствах для железнодорожных войск. Подрывание верхнего строения пути сводится к подрыванию рельсов и стрелочных

переводов; при этом частично разрушаются шпалы и скрепления.

Рельсы должны перебиваться на части длиной не более 4,5—5 *м*, чтобы исключить возможность их дальнейшего использования для укладки в путь. Подрывать рельсы в стыках нецелесообразно.

При недостатке времени или ВВ подрывание верхнего строения пути целесообразно производить только на наиболее трудно восстанавливаемых участках (например, на кривых).

301. Рельс перебивается взрывом тротиловой шашки весом 200 *г* или **заряда** аммонита весом 250—300 *г*;

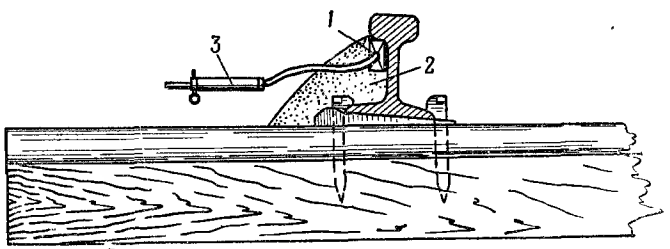


Рис. 198. Подрывание рельса:
1 — заряд; *2* — забивка; *3* — зажигательная трубка

в случае применения пластита-4 вес заряда может быть уменьшен до 150 *г*. Заряд прикладывается вплотную к шейке рельса и к нижней грани его головки; для обеспечения плотного прилегания к рельсу заряд присыпают балластом (песком, галькой), а в зимнее время — снегом (рис. 198). Заряд должен располагаться над шпалой с тем, чтобы повредить и ее одновременно с перебиванием рельса.

Взрывание одиночных зарядов производится огневым способом при помощи зажигательных трубок ЗТП-150 (время горения 2,5 минуты); при массовом подрывании рельсов применяются зажигательные трубки ЗТП-300 (время горения 5 минут).

Разлет осколков в направлении действия взрыва достигает 300 *м*, в противоположном направлении — 50 *м*, вдоль пути — 150 *м*. Граница зоны безопасности вдоль пути устанавливается 250 *м* от места взрыва.

302. Стрелочные переводы разрушаются подрыванием стрелок и крестовин.

Стрелка подрывается двумя зарядами весом по 0,2 *кг*, расположенными на брусьях между остряками и рамными рельсами (рис. 199, *а*).

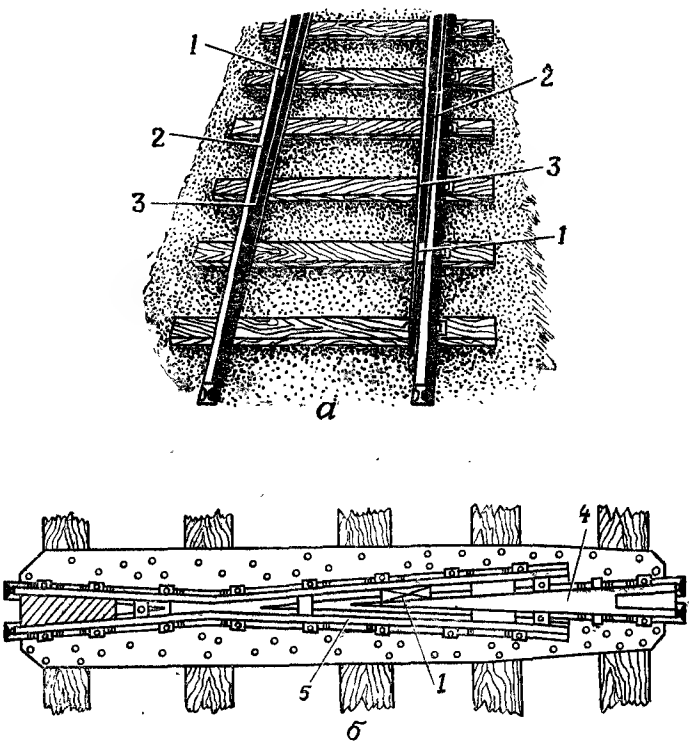


Рис. 199. Подрывание стрелочного перевода:
а — стрелка; *б* — крестовина; *1* — заряды; *2* — рамные рельсы; *3* — остряки; *4* — сердечник; *5* — усовик

Крестовина подрывается зарядом весом 1 *кг*, расположенным между сердечником и усовиком (рис. 199, *б*).

303. При производстве работ по массовому подрыванию верхнего строения пути перегон разбивается на участки длиной по 4—6 *км*. Для выполнения работ

на участке однопутной * дороги выделяется саперный взвод. Работы производятся поточным методом (рис. 200).

Первое отделение производит развозку ВВ, используя для этой цели путевой вагончик.

Впереди с командиром отделения идет разметчик, который производит разметку мест укладки зарядов; метки наносятся на головку рельсов мелом (известью, белилами).

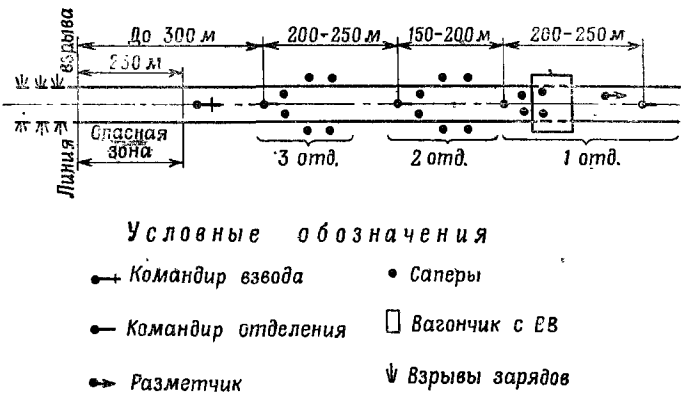


Рис. 200. Схема организации подрывания верхиего строения пути поточным методом

Вслед за командиром, на дистанции 100—150 *м*, двигаются остальные саперы отделения с вагончиком; двое из них, находясь на вагончике, укладывают заряды возле меток на рельсах, а трое, подменяя друг друга, толкают вагончик.

Если шпалы разрушены при помощи путеразрушителя до подрывания рельсов, то развозку зарядов производят на одноколейных вагончиках-модеронах. В зимнее время для развозки ВВ можно использовать санки.

Второе отделение начинает работать на 2—3 минуты позже первого. Оно укладывает заряды на рельсах, производит присыпку их балластом или снегом и вставляет зажигательные трубки в запальные гнезда шашек.

---

* На участок двухпутной дороги выделяются два взвода.

На каждой рельсовой нитке укладку **зарядов** производят два сапера, действуя перекатами. Два сапера составляют резерв на случай подмены работающих; резервным саперам можно поручить переноску сумок с запасом зажигательных трубок.

Третье отделение идет за вторым и производит воспламенение зажигательных трубок. Оно начинает работу на 10—12 минут позже второго отделения.

На каждой рельсовой нитке одновременно работают по два запальщика; два сапера составляют резерв на случай подмены работающих.

Запальщики должны все время находиться на расстоянии не менее 250 *м* от ближайших взрывов. Если запальщики станут нагонять отделение, ведущее укладку зарядов, командир взвода должен прекратить воспламенение трубок и отвести запальщиков в укрытие или дать команду первым двум отделениям быстро пройти 150—200 *м* пути без укладки зарядов на нем.

В случае отвода запальщиков в укрытие работа их возобновляется только после взрыва всех ранее воспламененных ими трубок (зарядов).

Скорость выполнения работ по подрыванию рельсов поточным способом составляет в среднем 3—4 *км/час*.

РАЗРУШЕНИЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

304. Подвижной состав (локомотивы, вагоны, цистерны) разрушается только при невозможности его эвакуации в тыл. Разрушение подвижного состава производится подрыванием или механическим способом; вагоны могут также уничтожаться сжиганием.

305. Подрывание подвижного состава производится следующими способами.

Паровоз (рис. 201) подрывается двумя сосредоточенными зарядами, располагаемыми:

— один заряд весом 4 *кг* — в месте соединения цилиндрической части котла с топкой; заряд укладывается на площадке для осмотра вплотную к стенке котла;

— второй заряд весом 1,2 *кг* — у бандажей между ведущими колесами.

В холодном состоянии паровоз подрывается одним сосредоточенным зарядом весом 4—5 *кг*, располагаемым в топке у ее передней стенки.

Тепловоз (рис. 202) подрывается одним сосредоточенным зарядом весом 10—15 *кг*, укладываемым на соединительную муфту между дизелем и главным генератором. В тепловозе, состоящем из нескольких секций, разрушению подвергаются все секции.

Электровоз (рис. 203) подрывается одним сосредоточенным зарядом весом 10—15 *кг*, располагаемым на моторно-осевых подшипниках тягового двигателя, под высоковольтной камерой. Заряд укладывается вплотную к кожуху ведущей шестерни двигателя.

Работы по подготовке электровоза к подрыванию должны производиться при опущенных токоприемниках (пантографах).

Вагоны различных типов подрываются зарядами весом по 0,4 *кг*, располагаемыми на рельсах у бандажей (рис. 204).

Баки цистерн подрываются зарядами весом

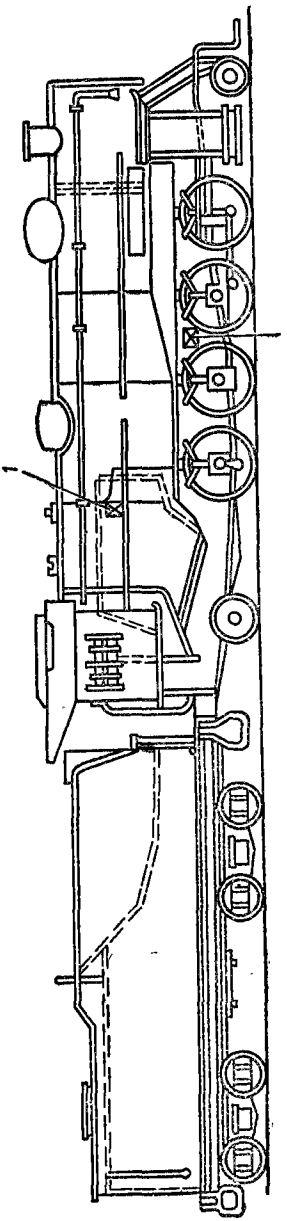


Рис. 201. Подрывание паровоза:
1 — заряд у стенки котла, *2* — заряд у бандажей ведущих колес

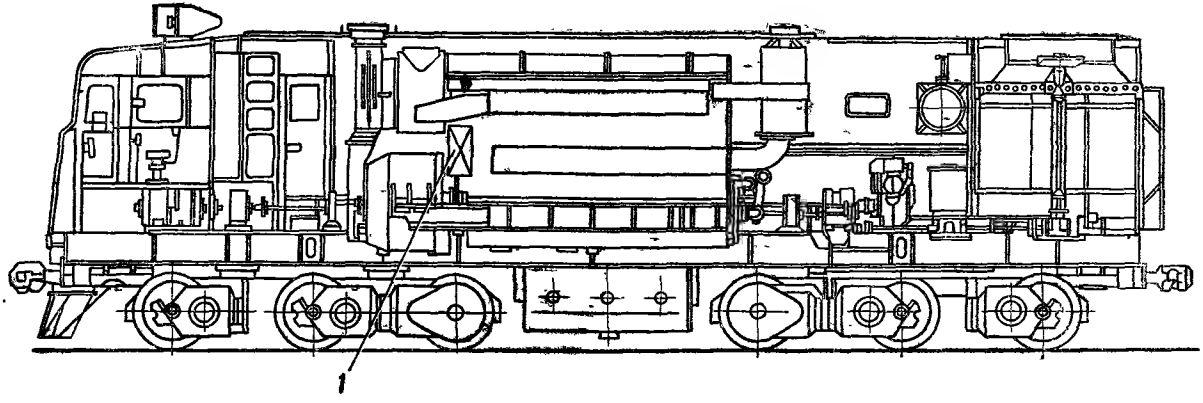


Рис. 202. Подрывание тепловоза:
1 — заряд у соединительной муфты

1,2—2 *кг*, размещаемыми на наружной поверхности стенок в нижней их части.

При подрывании цистерн с жидким горючим может произойти воспламенение последнего.

306. Механическое разрушение подвижного состава достигается сталкиванием его в пролеты разрушенных мостов или с откосов высоких насыпей, столкновением

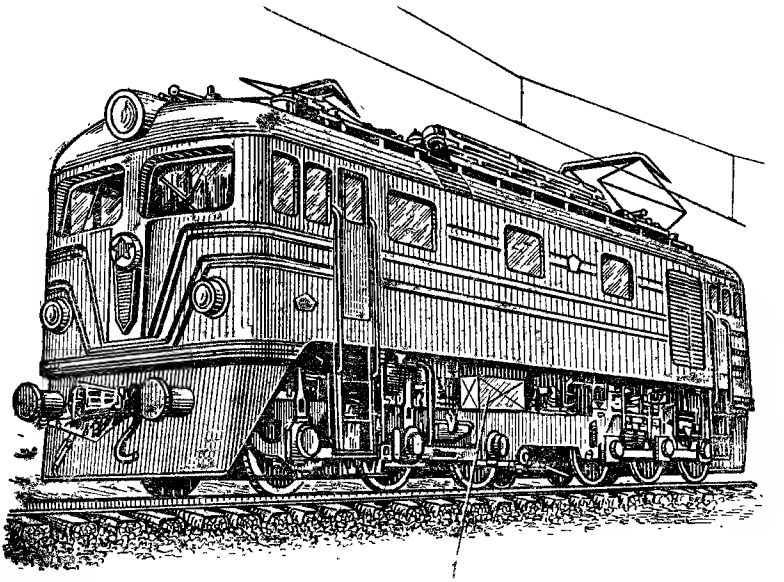


Рис. 203. Подрывание электровоза:
1 — заряд на моторно-осевых подшипниках

при встречном движении по одному пути или другими способами.

Паровоз может быть выведен из строя открыванием водоспускного крана при интенсивном горении в топке. У тепловозов кувалдами разбиваются детали топливной аппаратуры, клапаны, приборы обслуживания и контроля.

При массовом уничтожении подвижного состава его сосредоточивают на нескольких рядом расположенных путях и сжигают, предварительно подорвав бандажи скатов у крайних вагонов и рельсы под ними.

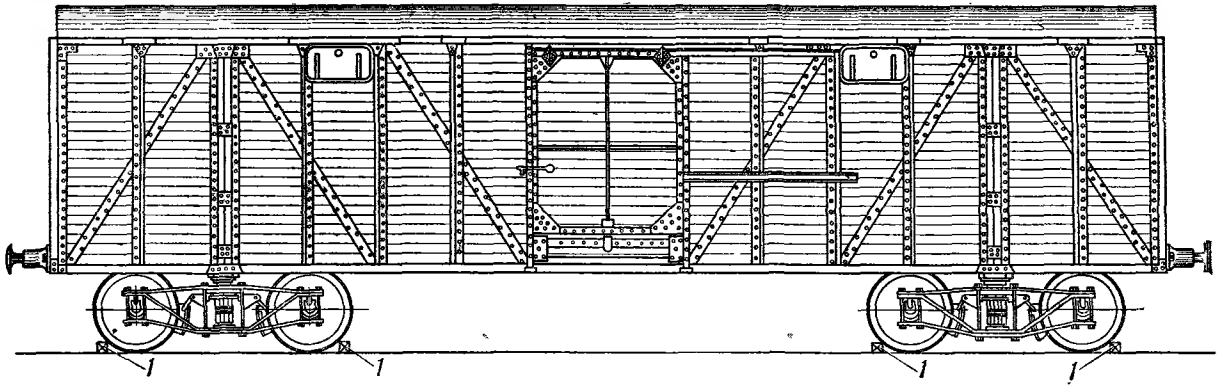


Рис. 204. Подрывание вагона:
1 — заряды

РАЗРУШЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

307. К объектам водоснабжения, подлежащим разрушению при устройстве заграждений на железных дорогах, относятся плотины водохранилищ, насосные станции и водоемные сооружения.

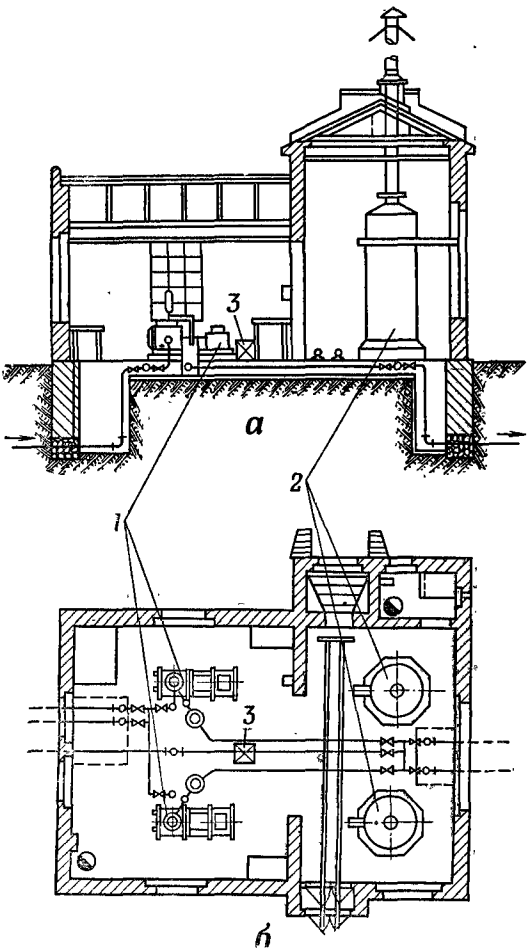


Рис. 205. Подрывание насосной станции:
а — вертикальный разрез; *б* — план; *1* — насосы; *2* — паровые котлы; *3* — заряд

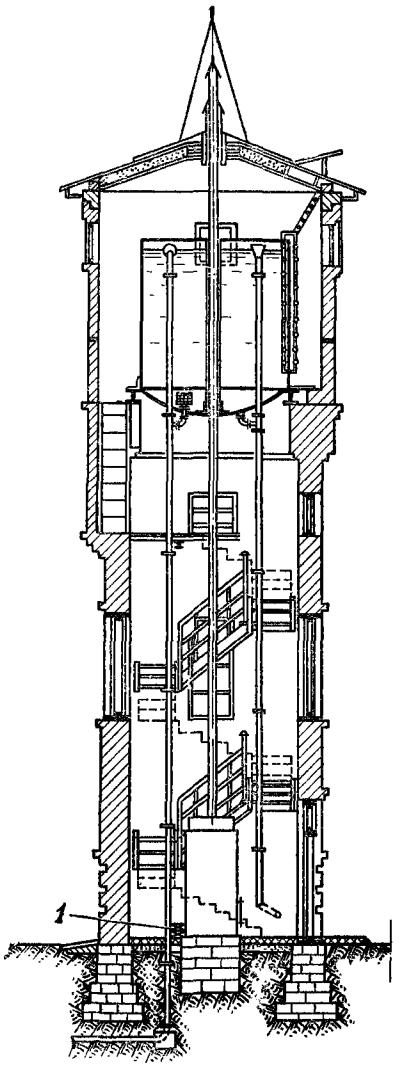


Рис. 206. Подрывание водонапорной башни:
1 — заряд

308. Плотины водохранилищ подрываются с расчетом понижения уровня воды до отметки, не допускающей использования водозаборных устройств. Длина разрушаемого участка плотины должна быть по возможности наибольшей. Более подробные указания по подрыванию плотин приведены в гл. X.

309. Здания насосных станций (рис. 205) разрушаются в соответствии с указаниями гл. VI. Деревянные здания после подрывания оборудования в них сжигаются. Кирпичные или каменные здания подрываются неконтактными сосредоточенными зарядами, располагаемыми внутри зданий на полу.

Вес зарядов определяется из расчета 0,2 *кг* ВВ на 1 кубический метр внутреннего объема первого этажа. Взрывами таких зарядов одновременно с конструкциями зданий разрушается внутреннее оборудование.

310. Водонапорные башни бескаркасной конструкции подры-

ваются неконтактными сосредоточенными зарядами, располагаемыми внутри башен на полу (рис. 206). Вес зарядов для подрывания кирпич-

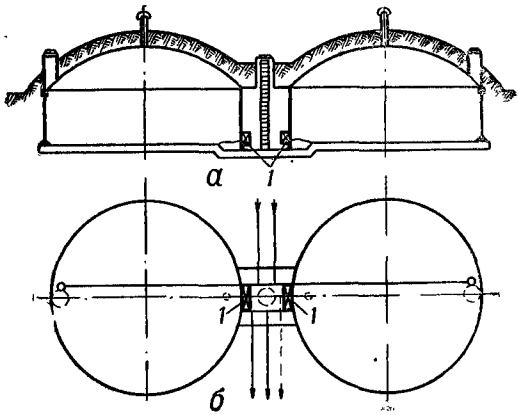


Рис. 207. Подрывание подземного резервуара:
а — вертикальный разрез; *б* — план; *1* — заряды

ных и каменных башен определяется по ст. 208. Заряды для подрывания башен сплошной железобетонной кон-

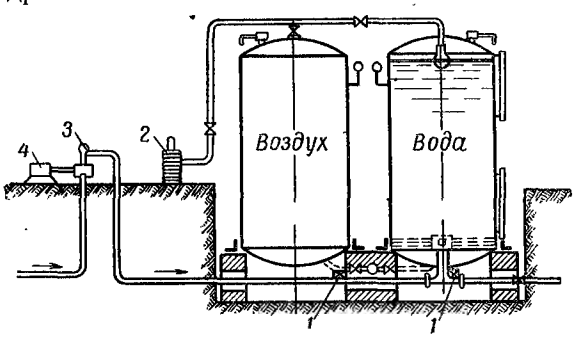


Рис. 208. Подрывание резервуаров пневматического водоснабжения:
1 — заряды; *2* — компрессор; *3* — насос; *4* — электромотор

струкции определяются по той же статье, но с увеличением в три раза.

Стальные и железобетонные башни каркасного типа подрываются зарядами, расположенными у опорных колонн (стоек); заряды рассчитываются по ст. 141 и 147.

Если должен быть разрушен только водяной бак водонапорной башни, то в него помещают заряд весом 2,0 *кг*. Бак, наполненный водой, взрывом такого заряда полностью выводится из строя.

311. Подземные резервуары (рис. 207) подрываются сосредоточенными зарядами весом по 25 *кг*, располагаемыми на полу смотровых камер у вертикальных стенок резервуаров.

Водяной и воздушный резервуары пневматического водоснабжения (рис. 208) подрываются двумя сосредоточенными зарядами весом по 5,0 *кг*, помещаемыми в колодцах под резервуарами.

РАЗРУШЕНИЕ ДЕПО, МАСТЕРСКИХ, ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СКЛАДОВ ГОРЮЧЕГО

312. Кирпичные здания депо, мастерских, электрических станций и тяговых подстанций подрываются согласно указаниям гл. VI. Деревянные здания уничтожаются сжиганием, для ускорения которого используются подручные легковозгорающиеся материалы.

313. Поворотные круги (рис. 209) разрушаются подрыванием с одновременным сталкиванием на них паровозов. Заряд весом 4 *кг* укладывается внизу возле оси поворотного круга; заряды весом по 0,4 *кг* располагаются у осей катков. Фермы круга подрываются в одном сечении между центральной опорой и концом ферм. Заряды для перебивания элементов ферм рассчитываются по ст. 141.

314. Станки подрываются зарядами весом от 0,4 до 2,0 *кг*, располагаемыми в коробках передач, на основных валах, на кулисных механизмах и т. п. Моторы станков подрываются зарядами весом 0,4—0,8 *кг*, размещаемыми на валах у подшипников.

315. Двигатели внутреннего сгорания на электростанциях разрушаются подрыванием и механическим способом. Подрывание (в зависимости от мощности двигателя) производится зарядами весом от 0,4 до 1,2 *кг*, помещаемыми на блоке цилиндров. При механическом разрушении ударами кувалды выводятся из строя водяные рубашки цилиндров, распределительные клапаны, а также приборы обслуживания и контроля.

316. Генераторы и электромоторы разрушаются подрыванием. Заряд для подрывания генератора или электромотора (0,8—1,2 *кг*) помещается на подшипнике у коллектора. Для сжигания генератора (электромотора) его обмотка обливается керосином или мазутом.

317. Пристанционные склады жидкого горючего и смазочных материалов, как правило, уничтожаются сжи-

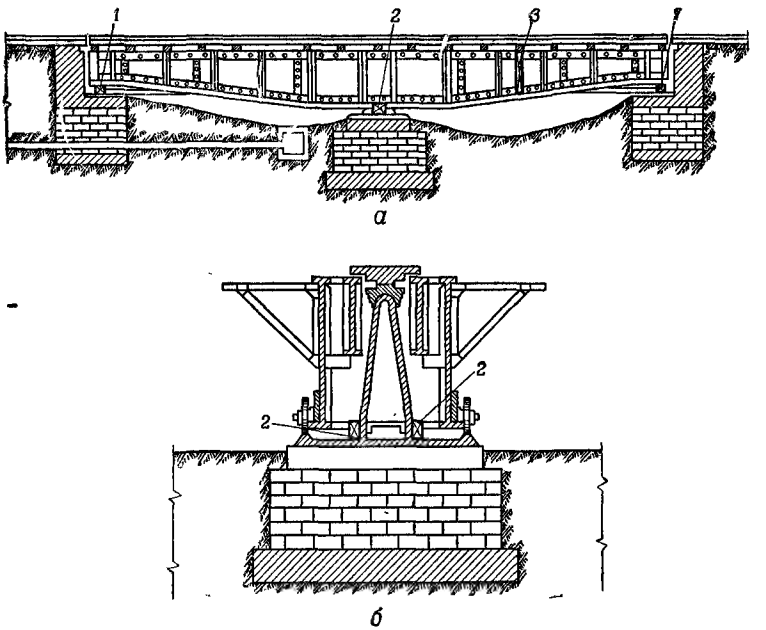


Рис. 209. Подрывание поворотного круга:
а — вертикальный разрез; *б* — детали поворотной оси; *1* — заряды у катков; *2* — заряды у поворотной оси; *3* — заряд на ферме

ганием (ст. 362). Подрывание бензохранилищ с целью воспламенения бензина (рис. 210, *а*) производится зарядами весом 0,4—0,8 *кг*, располагаемыми снаружи, на верхних частях баков (над местами скопления паров).

Для поджигания нефтехранилищ и хранилищ других тяжелых топлив применяются заряды весом 1,0—1,2 *кг*, которые закладываются в сосуды с бензином, погружаемые (на 30—40 *см*) в резервуары с поджигаемым топливом.

Подрывание резервуаров с целью выпуска горючего на грунт производится зарядами весом 0,8—1,0 *кг*, подкладываемыми к нижней части стенок снаружи.

Склады угля уничтожаются сжиганием, для чего в штабелях (рис. 210, *б*) заблаговременно отрывают ко-

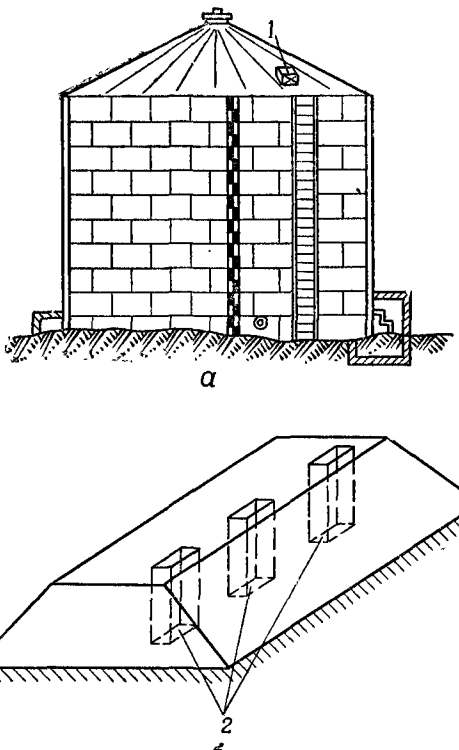


Рис. 210. Уничтожение приставционных складов горючего:

а — подрывание бензохранилища; *б* — сжигание угольного штабеля; *1* — заряд на крыше резервуара; *2* — колодцы в штабеле

лодцы сечением 0,8×1,2 *м* на всю высоту штабеля и крепят их стенки сухими досками. На дно колодцев укладывают дрова, ветошь, поливают их жидким горючим и поджигают, после чего сверху засыпают колодцы углем.

318. Для получения необходимых сведений о количестве и характере сооружений на железнодорожной станции до начала работ по ее разрушению производится рекогносцировка, в ходе которой уточняются объекты разрушения, характер и объем предстоящих работ, намечаются порядок действий подразделений, организация связи, охраны и пр.

Территория крупных станций разбивается на районы с приблизительно равными объемами подготовительных работ. Разбивка на районы производится так, чтобы производство взрывов в одном из них не представляло опасности для личного состава, действующего в другом. В каждый район в соответствии с намеченным объемом работ назначается отдельное подразделение.

319. Работы по подготовке разрушений в пределах каждого района могут производиться комплексным или поточным методом.

При комплексном методе каждый расчет, назначенный на один крупный объект (или группу мелких объектов), выполняет все работы по подготовке его к разрушению.

При поточном методе выделяются расчеты для выполнения определенных работ (выделки зарядных

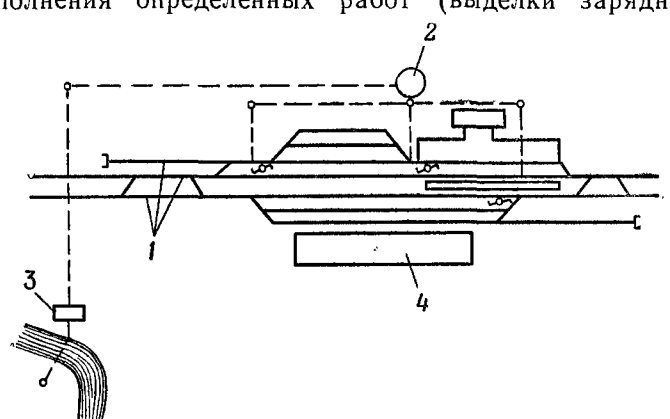


Рис. 211. Схема расположения объектов разрушения на железнодорожной станции:

1 — рельсовые пути; *2* — водонапорная башня; *3* — насосная станция; *4* — погрузочная площадка

устройств, закладки зарядов, устройства взрывных сетей и т. п.) на всех объектах данного района.

Взрывы во всех районах станции и на всех объектах каждого района производятся одновременно, если это возможно по условиям безопасности, или в определенной последовательности, установленной руководителем работ.

320. В целях ускорения подрывных работ на станциях должны применяться заранее рассчитанные и изготовленные заряды и зажигательные трубки заводского изготовления.

Примерный расчет ВВ и принадлежностей, необходимых для подрывания железнодорожной станции, схема которой изображена на рис. 211, приведен в табл. 32.

Таблица 32

Ведомость ВВ и принадлежностей для подрывания станции
(к рис. 211)

№ по пор.	Виды работ	Объем работ	ВВ, *кг*	Зажигательные трубки, шт.	Детонирующий шнур, *м*	Капсюль-детонаторы, шт.
1	Подрывание станционных путей в пределах семафоров	7,2 *км*	462	2304	—	—
2	Подрывание стрелочных переводов	20 шт.	28	60	—	—
3	Подрывание водонапорной кирпичной башни	1 шт.	50	2	—	—
4	Подрывание насосной станции (здание деревянное)	1 шт.	25	2	20	10
5	Сжигание деревянного пассажирского здания	—	—	—	—	—
6	Сжигание деревянного пакгауза	—	—	—	—	—
7	Уничтожение вагонов (кузовы сжигаются, ходовые части подрываются)	4 шт.	12	8	60	40
	Итого . . .		577	2376	80	50
	Резерв (около 20%) . .	—	123	424	20	10
	Всего . . .	—	700	2800	100	60

РАЗРУШЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СВЯЗИ, СЦБ И ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

321. Разрушение воздушных линий связи и СЦБ производится подрыванием опор и перерезанием проводов. Заряды ВВ располагаются вплотную к опорам (столбам или рельсовым основаниям столбов) на поверхности грунта со стороны, в которую должна быть повалена опора. Заряды присыпаются грунтом (снегом) и подрываются огневым способом. Расчет зарядов производится по ст. 132.

322. Подземные кабельные линии связи подрываются зарядами весом по 5 *кг*, закладываемыми в смотровые колодцы.

Если смотровых колодцев на участке нет, то подрывание производится зарядами весом 0,15—0,20 *кг*, размещаемыми на расстояниях 250—300 *м* один от другого, в скважинах, выделанных земляными бурами непосредственно до кабеля.

Направление линии определяется по планам кабельной сети или по наземным ориентирам (узлы связи, групповые муфты и т. п.).

323. Металлические опоры контактной сети и мачты семафоров подрываются каждая одним зарядом весом 5—6 *кг*, размещаемым внутри решетки опоры на фундаменте, или тремя — четырьмя зарядами весом по 0,4—0,6 *кг*, располагаемыми вплотную к несущим элементам опоры у ее основания.

Железобетонные опоры контактной сети подрываются наружными зарядами весом 4—5 *кг*, подкладываемыми вплотную к основанию опор со стороны пути.

ГЛАВА X

ПОДРЫВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

324. Подрывание гидротехнических сооружений производится при устройстве заграждений на водных путях сообщения (на реках, каналах, водохранилищах, в морских портах).

Основными объектами подрывания на водных путях являются: плотины, дамбы, гидроэлектростанции, шлюзы и пирсы.

ПОДРЫВАНИЕ ПЛОТИН И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

325. Подрывание плотины обычно выражается в устройстве бреши в ее теле, через которую происходит сброс воды из водохранилища, что приводит к образованию волны попуска и активному затоплению местности.

При этом в нижнем бьефе глубина, ширина и скорость течения реки увеличиваются, а в верхнем бьефе уровень воды снижается до отметки неразрушенной части плотины, что приводит к уменьшению ширины и глубины водохранилища.

326. Бетонные плотины с массивным водосливом (рис. 212) подрываются контактными зарядами, располагаемыми в одном из следующих мест:

— под водой у водослива со стороны верхнего бьефа;

— у быков, на которые опираются подвижные затворы;

— в продольных галереях внутри плотин.

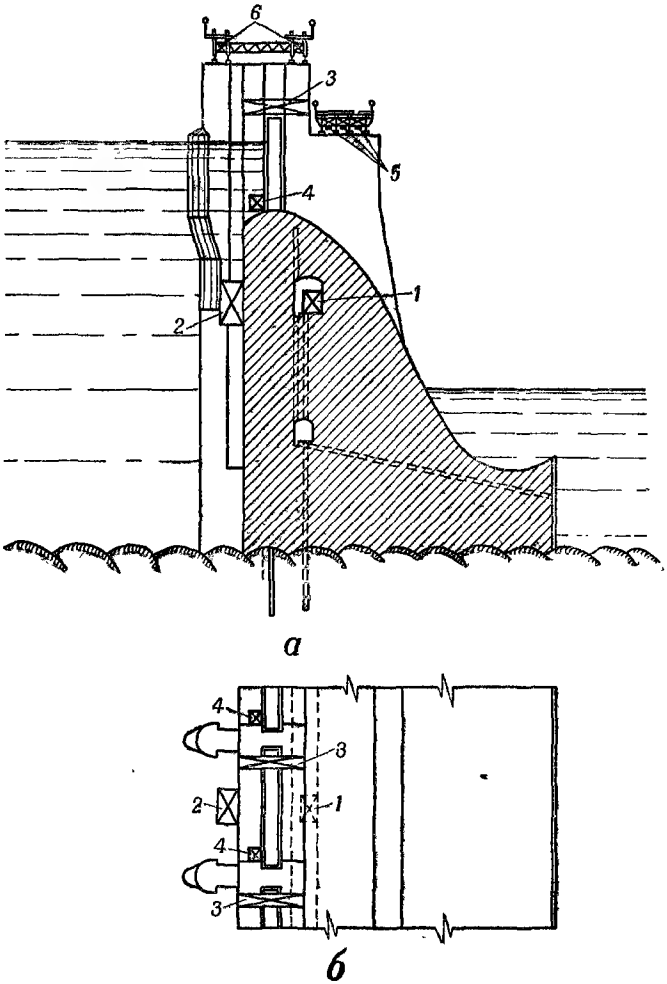


Рис. 212. Подрывание бетонной плотины с массивным водосливом:

а — поперечный разрез; *б* — план; *1* — заряд в потерне; *2* — заряд у напорной грани; *3* — заряды у опорных быков; *4* — заряды у щитов; *5* — заряды на конструкциях моста; *6* — заряды на подъемных механизмах

Заряды рассчитываются по ст. 147—152; в качестве расчетного радиуса разрушения R принимается толщина плотины в месте ее разрушения или толщина быка. Расстояния между зарядами у водослива и у быков принимаются равными удвоенному расчетному радиусу разрушения ($2R$).

При наличии смотровых колодцев, выделанных внутри быков, их целесообразно использовать для закладки зарядов, так как это обеспечивает уменьшение расхода ВВ.

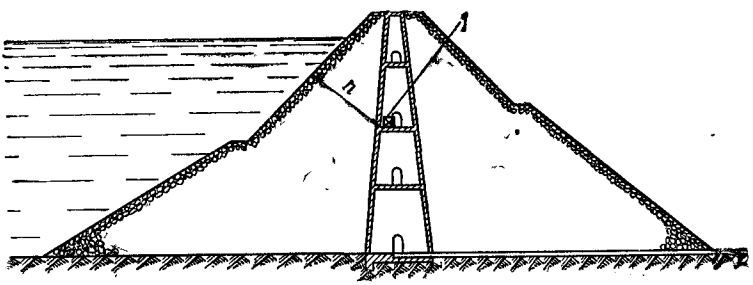


Рис. 213. Подрывание земляной плотины с бетонной диафрагмой (ядром):
1 — заряд в смотровой галерее

Если заряды расположены у водослива, то глубина их погружения в воду должна быть не меньше расчетного радиуса разрушения R.

Наиболее скорым и эффективным способом разрушения массивных бетонных и железобетонных плотин является подрывание их сосредоточенными зарядами, расположенными во внутренних галереях, проходящих с одного берега на другой.

Такие заряды можно взрывать без забивки галерей или при их односторонней забивке.

327. **Земляные плотины и дамбы** подрываются сосредоточенными зарядами, закладываемыми во внутренних продольных галереях или в колодцах, выделываемых со стороны гребня.

Внутренние галереи существуют только в крупных земляных плотинах (высотой свыше 20 *м*), имеющих вертикальные бетонные диафрагмы (рис. 213), прорезающие тело плотины по всей ее длине. Закладка зарядов в галереи производится в соответствии с указа-

ниями ст. 326. Расчет зарядов производится по формуле (31) при показателе действия взрыва $n=1$.

Земляные плотины и дамбы меньших размеров не имеют диафрагм с внутренними галереями и поэтому подрываются зарядами, закладываемыми в колодцы, пройденные с гребня (рис. 214).

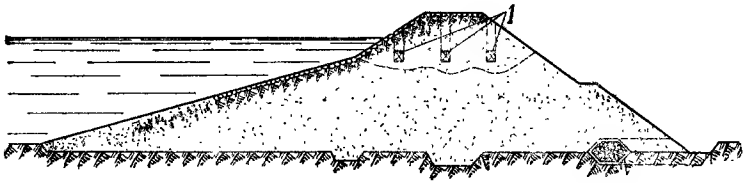


Рис. 214. Подрывание земляной плотины без диафрагмы:
1 — заряды в колодцах

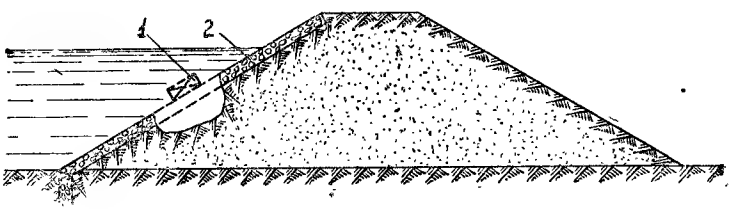


Рис. 215. Подрывание земляной плотины с жестким экраном:
1 — заряд; *2* — жесткий экран

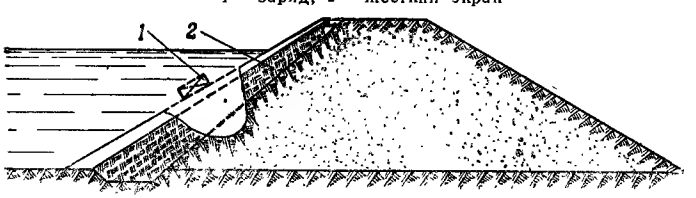


Рис. 216. Подрывание земляной плотины с пластичным экраном:
1 — заряд; *2* — пластичный экран

Глубина колодцев принимается такой, чтобы отметка дна выемки, образованной взрывом, была бы на 1—1,5 *м* ниже уровня воды в верхнем бьефе. Расчет зарядов производится по формуле (31) при показателе действия взрыва $n=2{,}0\div3{,}0$; количество зарядов определяется шириной гребня плотины (дамбы) и заданной протяженностью бреши.

Земляные плотины с **жесткими** (рис. 215) или с **пластичными** (рис. 216) **экранами** подрываются сосредото-

ченными зарядами, укладываемыми на поверхность экрана. Заряды рассчитываются на устройство воронок в экранах (ст. 163), в результате чего начинается усиленная фильтрация воды и размыв плотины.

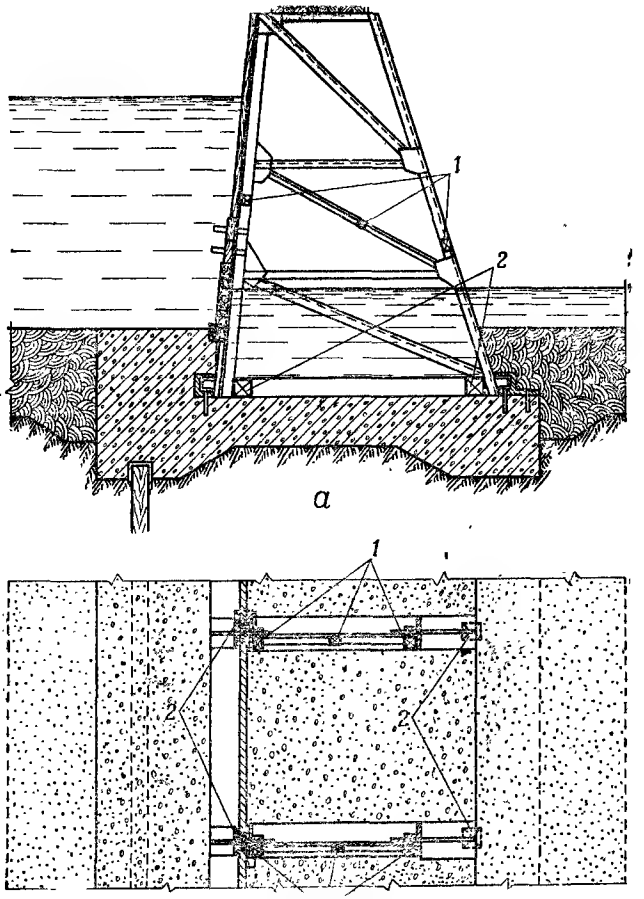


Рис. 217. Подрывание металлической плотины:
а — поперечный разрез; *б* — план. *1* — заряды на поясах и раскосах несущих ферм; *2* — заряды у опорных узлов ферм

328. **Металлические плотины** (рис. 217) подрываются наружными контактными зарядами, располагаемыми

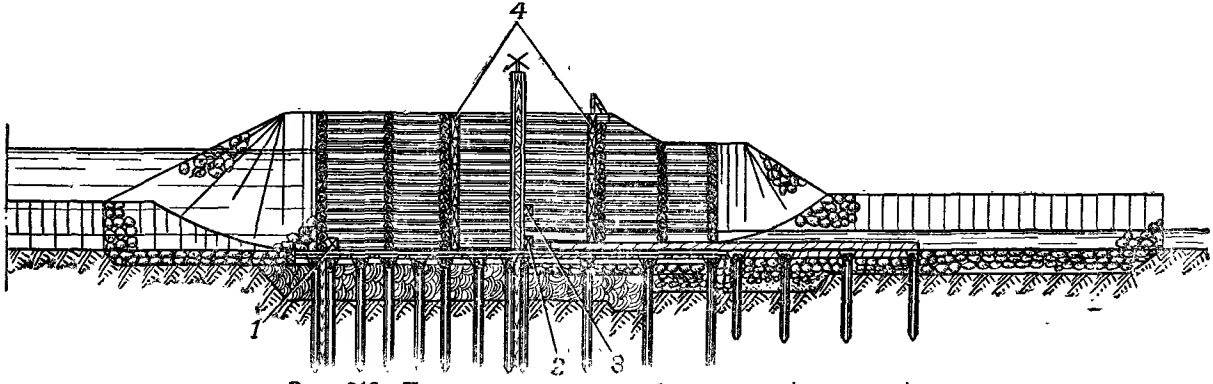


Рис. 218. Подрывание деревянной плотины (водослива):
1 — заряд у понурного узла; *2* — заряд у королевого узла; *3* — заряд у опорной стойки щита; *4* — заряды на стенке сруба

под водой или над водой у опорных узлов (шарниров) несущих ферм или на их поясах и элементах решетки. Заряды рассчитываются по ст. 141 и 145. Количество подрываемых ферм определяется степенью разрушения плотины в целом.

329. Деревянные плотины (водосливы) подрываются наружными сосредоточенными или удлиненными кон-

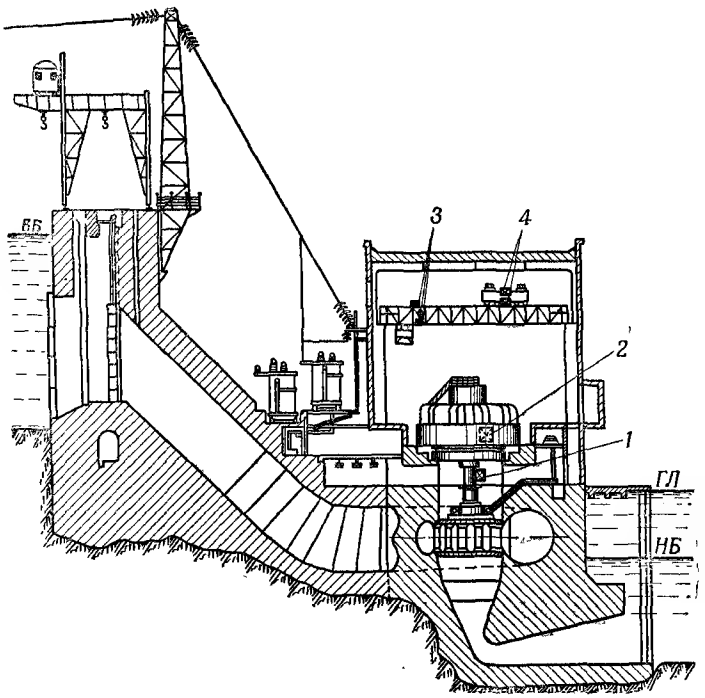


Рис. 219. Подрывание гидротурбины и генератора:
1 — заряд на валу турбины; *2* — заряд под кожухом генератора; *3* — заряды на ферме крана; *4* — заряды на тележке крана

тактными зарядами, закладываемыми (рис. 218) у понурных и королевых узлов, у опорных щитовых стоек или на стенках срубов. Расчет зарядов производится по ст. 132—136 и по ст. 224. Подрывание деревянных водосливов должно дополняться разрушением примыкающих к ним участков глухих (обычно земляных) плотин.

330. На гидроэлектростанциях основными объектами подрывания являются турбины и генераторы (рис. 219), а также обслуживающие их мостовые краны (ст. 335).

Разрушение турбины и генератора достигается подрыванием их общего вала сосредоточенным зарядом весом 25—50 *кг*. Разрушение генератора может быть произведено взрывом сосредоточенного заряда весом 5—10 *кг*, заложенного под кожухом у ротора.

ПОДРЫВАНИЕ ШЛЮЗОВ

331. Шлюзы выводятся из строя подрыванием их отдельных частей, главными из которых являются: головные и камерные стенки, ворота, затворы водопроводных галерей, механизмы и моторы ворот и затворов.

332. Головные и камерные стенки бетонных и железобетонных шлюзов подрываются сосредоточенными зарядами, закладываемыми (в зависимости от конструкции шлюзов) в водопроводных галереях, смотровых колодцах, дренажных трубах или в колодцах, пройденных в грунте за стенками.

Закладку зарядов в водопроводные галереи шлюзов (рис. 220) производят после опорожнения камер или при заполненных камерах с помощью водолазов. Расчет зарядов производится по формуле (26).

Ряжевые стенки шлюзов подрываются как ряжевые опоры деревянных мостов (ст. 224). Наиболее целесообразно разваливать ряжевые стенки, подрывая их наружными удлиненными зарядами, размещаемыми во внешних углах срубов.

Шпунтовые стальные стенки шлюзов (рис. 221) обрушиваются внутрь камер подрыванием анкерных оттяжек сосредоточенными зарядами, закладываемыми в колодцах у анкеров или на шпунтинах. Расчет зарядов производится по ст. 141.

333. Шлюзовые ворота подрываются наружными сосредоточенными зарядами весом 10—15 *кг*, располагаемыми у осей ворот в местах соединения их с гальсбантами (рис. 222) или у пят. Поворотные механизмы шлюзовых ворот подрываются сосредоточенными зарядами весом 5—10 *кг*, закладываемыми у шестерен поворотных механизмов в местах их соприкасания с зубчатыми рейками (рис. 223).

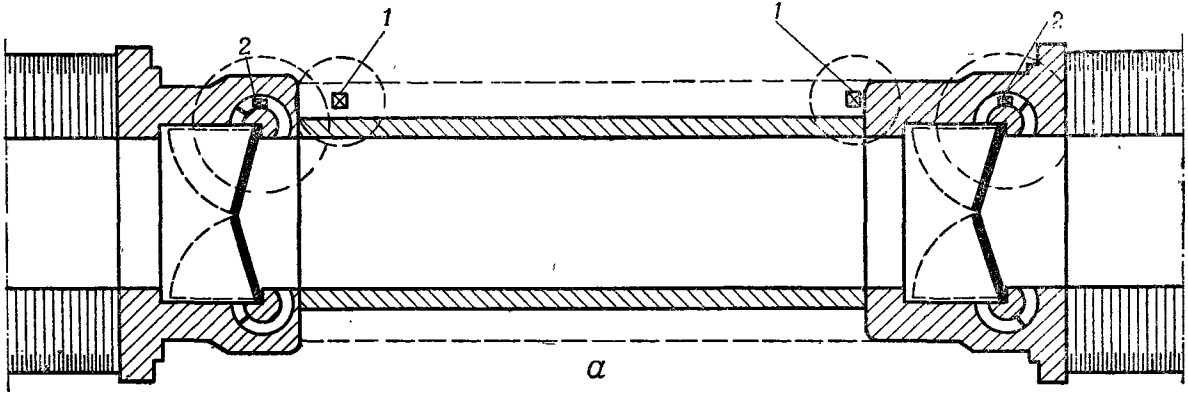
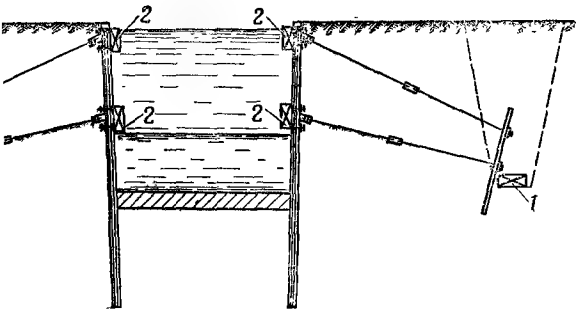
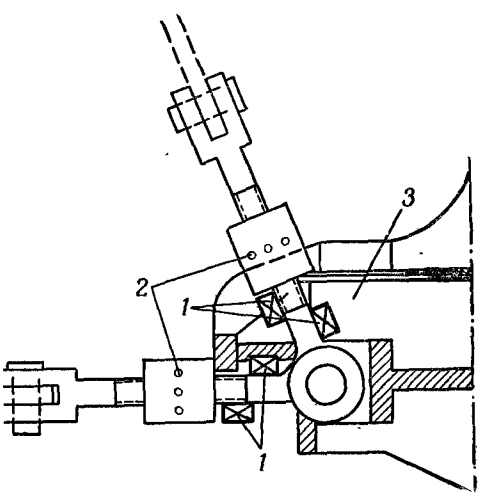


Рис. 220. Подрывание бетонного шлюза с водопроводными галереями в головных частях:

а — план; *б* — поперечный разрез по головной части; *в* — поперечный разрез по камерной части; *1* — заряды в колодцах за стенкой; *2* — заряд в галерее головной части



ывание шлюза с металлическими шпунтовыми стенками:
цы в колодцах у анкеров; *2* — заряды на шпунтинах



Подрывание гальсбантов шлюзовых ворот:
заряд; *2* — гальсбанты; *3* — полотнище ворот

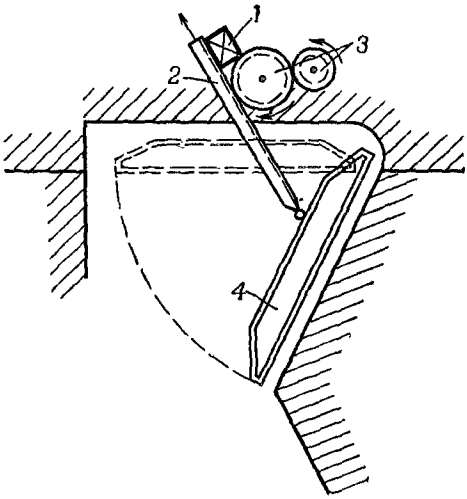


Рис. 223. Подрывание поворотного механизма шлюзовых ворот:
1 — заряд; *2* — зубчатая рейка; *3* — зубчатые колеса; *4* — полотнище ворот

ПОДРЫВАНИЕ ПИРСОВ, ПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ И СООРУЖЕНИЙ СУДОХОДНОЙ ОБСТАНОВКИ

334. Подрывание пирсов на деревянных и железобетонных сваях (рис. 224) производится неконтактными сосредоточенными зарядами, опущенными в воду на глубину 1—3 *м*. Расчет зарядов производится по ст. 137 и 152. Пирсы на металлических сваях подрываются контактными зарядами, расчет которых производится по ст. 145.

335. Подъемные краны выводятся из строя подрыванием опорных ног, ферм, тележек, электромоторов и подкрановых путей. Подрывание кранов производится так, чтобы вызвать их обрушение и сбрасывание с набережных или пирсов в воду.

Портальные краны (рис. 225) обрушиваются подрыванием прикордонных (ближайших к воде) ног при повернутой от берега крановой стреле. Дополнительно могут подрываться электромоторы. Подрывание несущих элементов прикордонных ног производится сосредоточенными или фигурными контактными зарядами

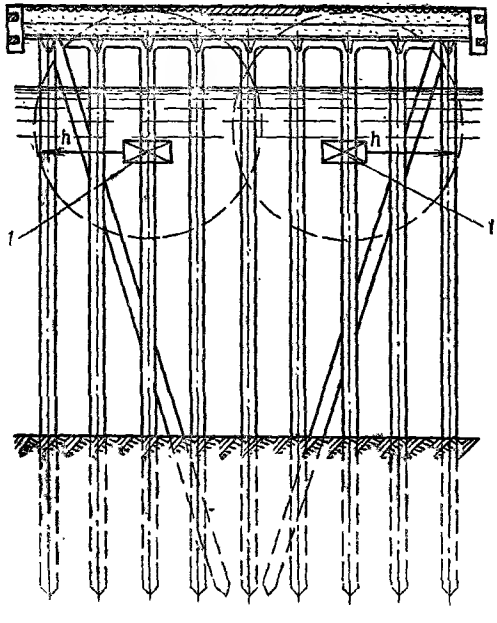


Рис. 224. Подрывание железобетонного пирса:
1 — заряды

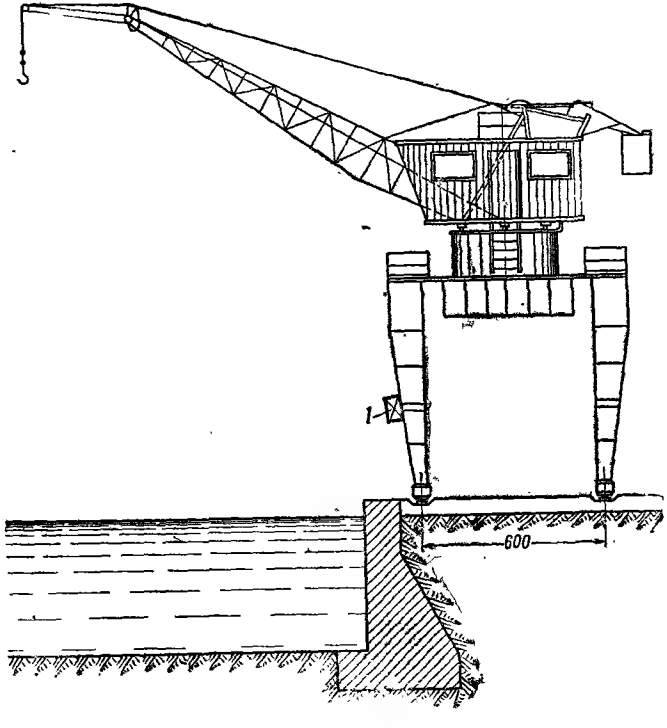


Рис. 225. Подрывание портального крана:
1 — заряд на прикордонной ноге крана

рассчитываемыми по ст. 141; заряды для подрывания моторов принимают по ст. 316.

Мостовые краны (рис. 226) обрушиваются подрыванием ног и ферм в пролетах при положении тележек на консолях. Дополнительно могут подрываться тележки и электромоторы. Выбор вида зарядов и их расчет производятся так же, как при подрывании портальных кранов.

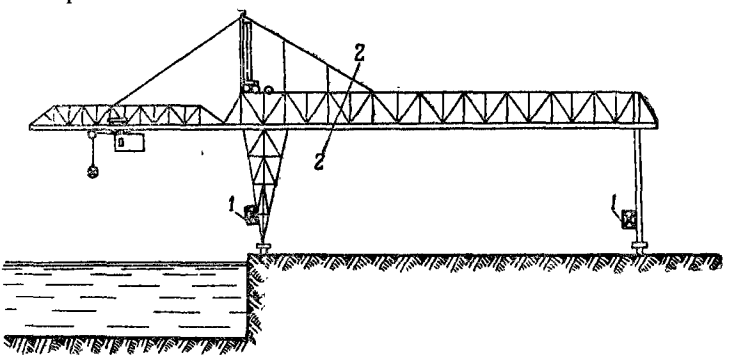


Рис. 226. Подрывание мостового крана:
1 — заряды на ногах крана; *2—2* — сечение подрыва фермы в пролете

Подкрановые пути подъемных кранов выводятся из строя подрыванием рельсов.

336. Береговые сооружения судоходной обстановки (сигнальные мачты, маяки, перевальные столбы, створные знаки) подрываются в соответствии с указаниями ст. 208, 310 и 323.

Предметы судоходной обстановки на воде (бакены, контрольные вехи) подрываются на месте или спускаются по течению.

ГЛАВА XI

ПОДРЫВАНИЕ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ И НЕВЗРЫВНЫХ ЗАГРАЖДЕНИЙ

337. **Подрывание фортификационных сооружений** производится в целях:

— повреждения вооружения и поражения гарнизонов противника;

— разрушения отдельных элементов сооружений с одновременным повреждением вооружения и поражением гарнизонов;

— уничтожения захваченных у противника или оставляемых ему укреплений.

Подрывание невзрывных заграждений производится при проделывании проходов в них для пропуска войск, а также при уничтожении заграждений.

ПОДРЫВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И ДЕРЕВО-ЗЕМЛЯНЫХ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

338. Подрывание железобетонных и дерево-земляных фортификационных сооружений, занимаемых гарнизонами противника, производится заранее подготовленными сосредоточенными зарядами ВВ, подкладываемыми к амбразурам или входам.

Вес указанных зарядов принимается равным 10—12 *кг* для железобетонных сооружений и 5—6 *кг* для дерево-земляных. Взрывание зарядов производится огневым способом.

339. **Разрушение** фортификационных сооружений противника с одновременным поражением занимаю-

щих их гарнизонов достигается пробиванием покрытий и стен подкладываемыми снаружи сосредоточенными зарядами (рис. 227).

Расчет зарядов, предназначаемых для пробивания покрытий и стен железобетонных сооружений, производится по ст. 147 на выбивание бетона. В целях уменьшения веса зарядов для закладки их целесообразно использовать воронки в конструкциях сооружений, обра-

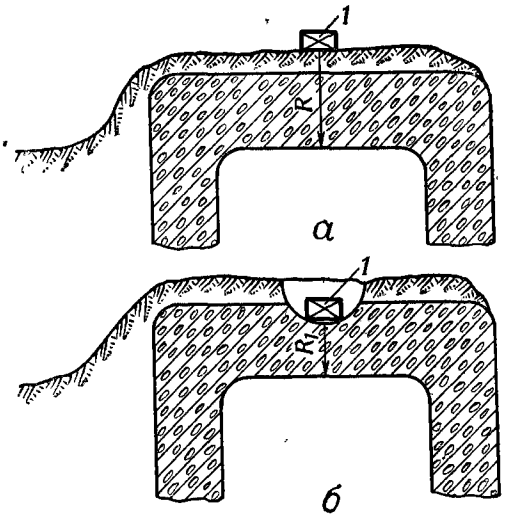


Рис. 227. Подрывание покрытий железобетонных фортификационных сооружений наружными зарядами:

а — заряд на поверхности грунтовой обсыпки; *б* — заряд в воронке; *1* — заряды; R и R_1 — расчетные радиусы разрушения

зованные взрывами артиллерийских снарядов и авиационных бомб (рис. 227, *б*).

При слоистых конструкциях покрытий и стен фортификационных сооружений (в том числе и дерево-земляных) наружные заряды рассчитываются по условиям разрушения более прочного нижнего слоя, толщина которого принимается равной суммарной толщине всех слоев. Это правило распространяется и на случай железобетонной конструкции с грунтовой обсыпкой

(рис. 227, *а*). В этом случае заряд рассчитывается на выбивание бетона, причем в величину расчетного радиуса разрушения включается и толщина слоя грунта, если он не может быть предварительно удален с конструкции.

При пробивании броневых закрытий фортификационных сооружений (рис. 228) заряды располагаются с тыльной стороны или сверху купола. Пробивание

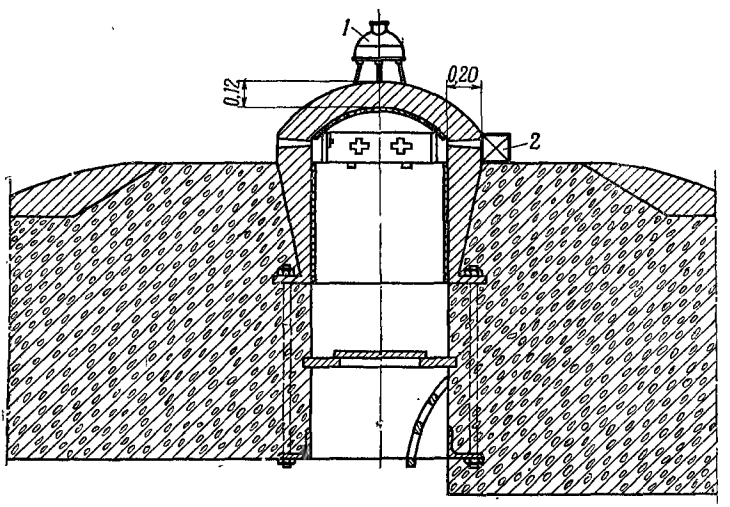


Рис. 228. Пробивание броневых закрытий фортификационного сооружения:
1 — кумулятивный заряд на броневом колпаке; *2* — сосредоточенный заряд у амбразуры

сквозных отверстий в толстых покрытиях и стенах железобетонных и броневых сооружений противника с целью поражения занимающих их гарнизонов целесообразно производить взрывами кумулятивных зарядов.

Кумулятивные заряды устанавливаются на сооружениях на оптимальных (фокусных) расстояниях от них. Пробивная способность кумулятивных зарядов определяется по ст. 40 (табл. 2).

340. Для подрывания наземных железобетонных сооружений с целью их полного уничтожения заряды

закладывают внутри помещений или в нишах, рукавах и шпурах, выделываемых в стенах и покрытиях.

Сосредоточенные заряды закладываются в наиболее важных частях сооружений (по возможности ближе к покрытию) и рассчитываются по формуле

$$C = 1{,}5Vb^2, \tag{64}$$

где C — вес заряда в килограммах;

V — внутренний объем подрываемого сооружения в кубических метрах;

b — наибольшая толщина стены или покрытия сооружения в метрах (учитывается, если она более 1,0 *м*).

Перед взрывом заряда, расположенного внутри подрываемого сооружения, входы в него и амбразуры забиваются (засыпаются) землей, закладываются мешками с грунтом, бревнами или брусьями и т. п.

Заряды в нишах, рукавах и шпурах применяются только при заблаговременной подготовке фортификационных сооружений к подрыванию, когда для выполнения подготовительных работ имеются достаточное количество времени, а также необходимые машины и инструменты.

341. Дерево-земляные сооружения котлованного типа (блиндажи, убежища) подрываются сосредоточенными зарядами, размещаемыми внутри сооружений (рис. 229).

Заряды размещаются у входов в углах, образуемых покрытиями и стенами сооружений. Они предназначаются для разрушения дерево-земляной толщи покрытия в сфере заданного радиуса и рассчитываются по формуле

$$C = 12R^3, \tag{65}$$

где C — вес заряда в килограммах;

R — расчетный радиус разрушения в метрах.

342. Подземные убежища (рис. 230) подрываются сосредоточенными зарядами, располагаемыми в наклонных входах вплотную к верхней части выработки.

Расчет зарядов производится по формуле

$$C = 4R^3, \tag{66}$$

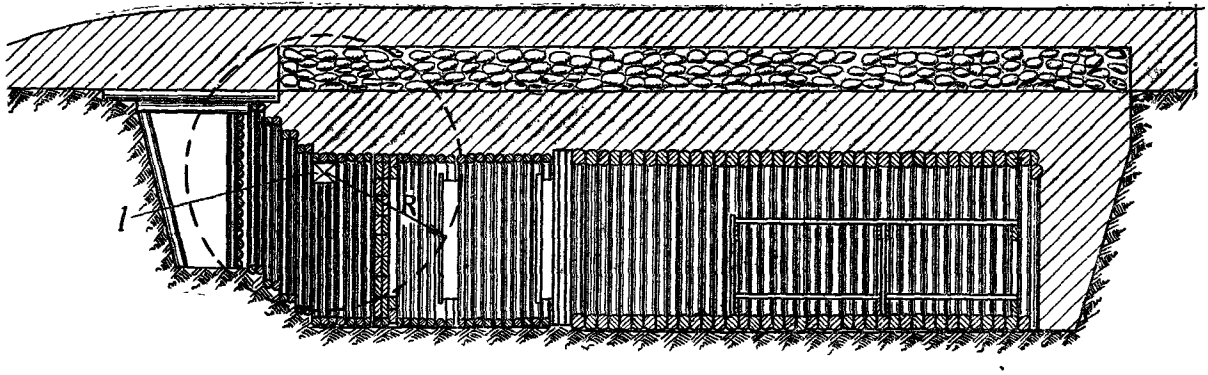


Рис. 229. Подрывание убежища тяжелого типа:
1 — заряд; *R* — расчетный радиус разрушения

где C — вес заряда в килограммах;
R — расчетный радиус разрушения в метрах, принимаемый равным толщине слоя грунта над зарядом.

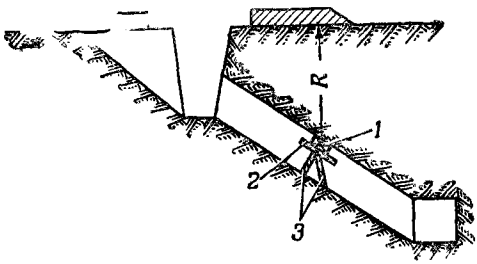


Рис. 230. Подрывание подземного убежища зарядом в наклонном входе:
1 — заряд; *2* — дощатая подкладка; *3* — подпорки

ПОДРЫВАНИЕ НЕВЗРЫВНЫХ ЗАГРАЖДЕНИЙ

343. Проволочные сети подрываются удлиненными зарядами, располагаемыми горизонтально и имеющими длину не меньше ширины заграждения; такие заряды составляются из одного ряда больших тротиловых шашек. Они укладываются поперек заграждения на грунт (рис. 231). При взрыве одного заряда в заграждении образуется проход шириной 4—5 *м*.

Для подрывания проволочной сети на высоких кольях применяют также вертикально располагаемые удлиненные заряды, составляемые из одного ряда больших тротиловых шашек, привязанных к металлической полосе толщиной не менее 3 *см*. Такие заряды прикрепляются к колу металлической полосой в сторону заграждения. Длина заряда и длина стальной полосы должна быть не меньше высоты заграждения. Взрыв одного заряда образует в заграждении проход шириной около 2 *м*.

344. Противотанковые надолбы (рис. 232) подрываются наружными сосредоточенными зарядами, располагаемыми у каждой надолбы, на поверхности земли.

При подрывании железобетонных надолб заряды рассчитываются по формуле (26) на выбивание бетона.

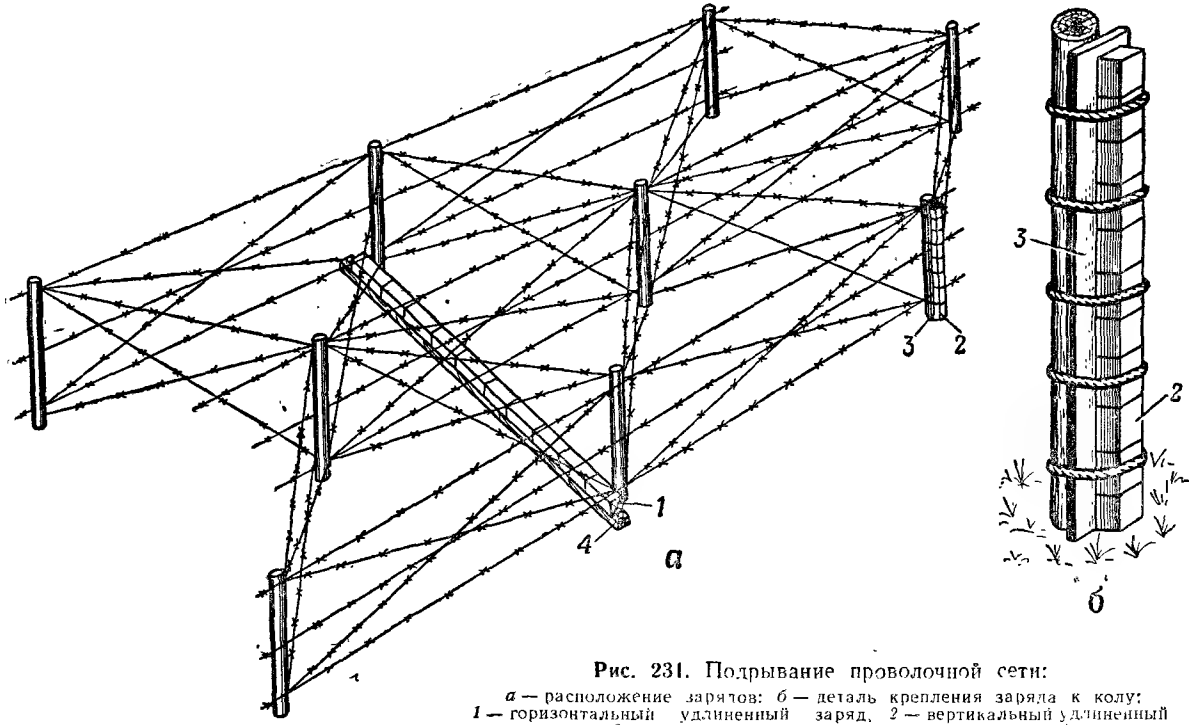


Рис. 231. Подрывание проволочной сети:

а — расположение зарядов: *б* — деталь крепления заряда к колу: *1* — горизонтальный удлиненный заряд, *2* — вертикальный удлиненный заряд; *3* — металлическая полоса; *4* — деревянная рейка

Надолбы из целых камней подрываются наружными зарядами весом по 3—5 *кг*.

Расчет зарядов для подрывания деревянных и металлических надолб производится по ст. 132 и 141.

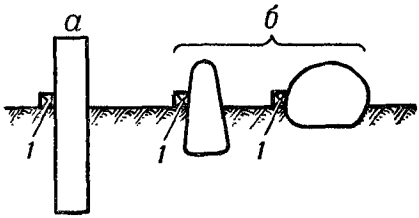


Рис. 232. Подрывание противотанковых надолб:
а — железобетонных; *б* — каменных; *1* — заряды

При одновременном подрывании нескольких надолб с целью устройства прохода в заграждении (рис. 233) заряды взрываются при помощи сети детонирующего шнура или электрическим способом.

345. Съезды в крутостях противотанковых рвов, в эскарпах и контрэскарпах устраиваются:

— взрывом заглубленных сосредоточенных зарядов весом 6—8 *кг*, расположенных на расстоянии

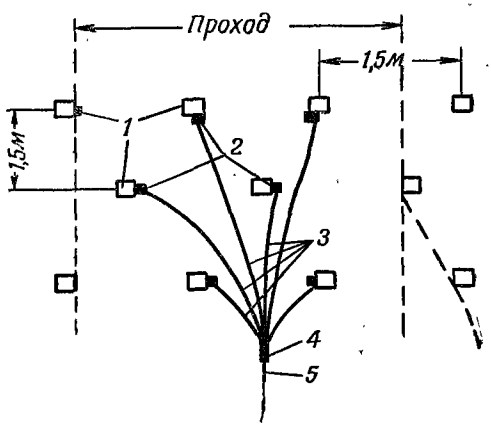


Рис. 233. Устройство прохода в надолбах:
1 — надолбы; *2* — заряды; *3* — детонирующий шнур; *4* — шашка ВВ; *5* — зажигательная трубка

1,5 *м* от бровок откосов; заряды (по одному со стороны каждого откоса) закладываются в колодцы глубиной 1,5—1,6 *м*; примерный характер получаемых съездов показан на рис. 234, *а*;

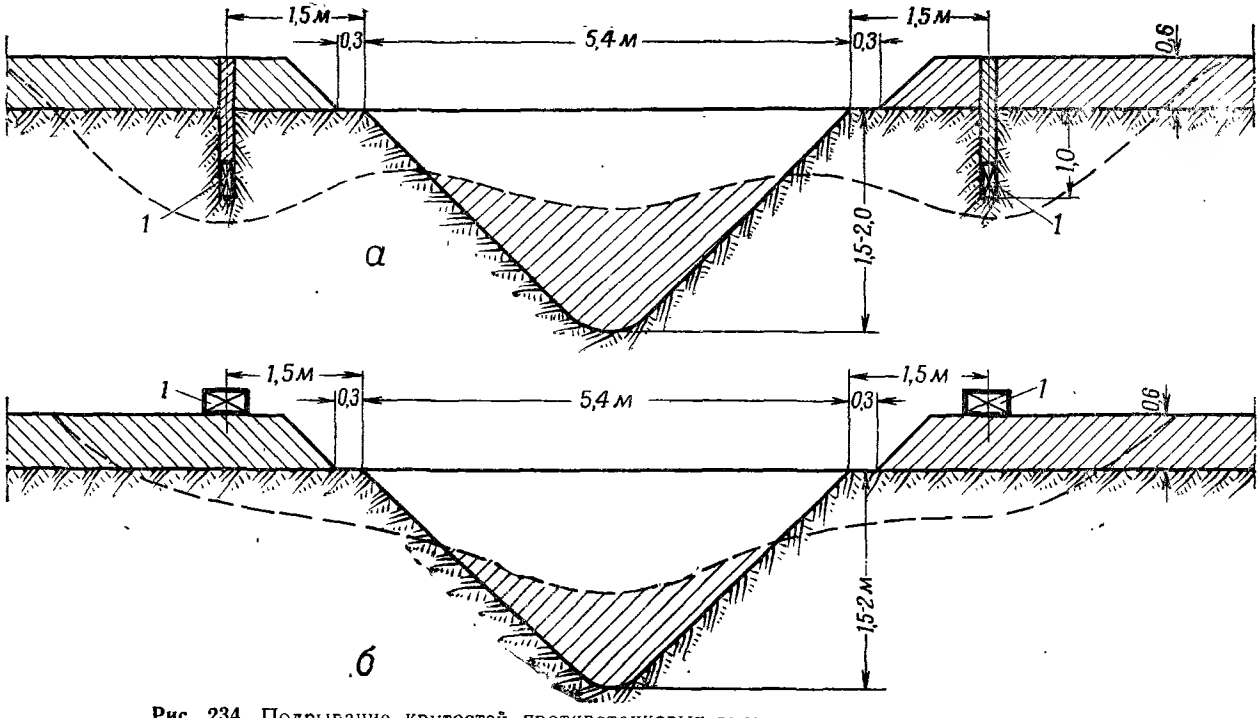


Рис. 234. Подрывание крутостей противотанковых рвов сосредоточенными зарядами:
а — зарядами в колодцах; *б* — наружными зарядами; *1* — заряды

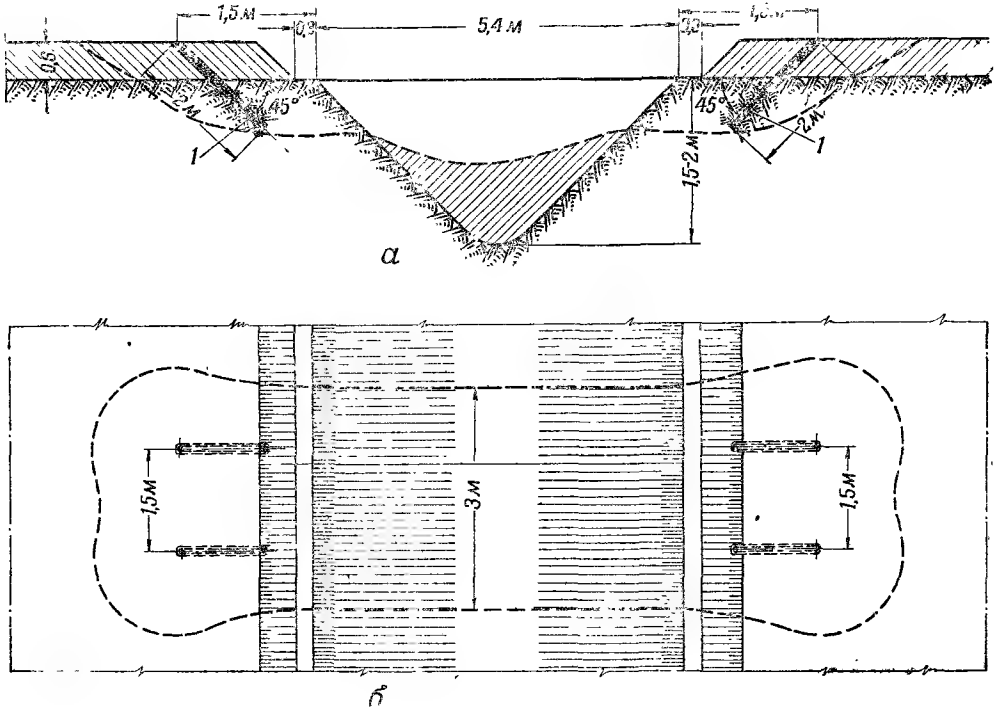


Рис. 235. Подрывание крутостей противотанковых рвов удлиненными зарядами:
а — поперечный разрез; *б* — план; *1* — заряды

— взрывом наружных сосредоточенных зарядов* весом 25—30 *кг*, уложенных (по одному с каждой стороны рва) на расстоянии 1,5 *м* от бровок на поверхности брустверов; примерный характер съездов показан на рис. 234, *б*;

— взрывом удлиненных зарядов весом 4 *кг* на *пог. м*, заглубленных в грунт под углом 45° к горизонту; с стороны каждого откоса закладывается по два заряда длиной 2,0 *м* каждый на расстоянии 1,5 *м* друг от руга и на таком же удалении от бровок, считая по стьям скважин; расположение зарядов и примерный арактер съездов, образующихся в результате их зрыва, показаны на рис. 235.

Заряды, предназначенные для устройства съезда, олжны взрываться одновременно при помощи детонирующего шнура или электрическим способом.

346. Проходы в лесных завалах устраиваются подрыванием отдельных деревьев сосредоточенными онтактными зарядами. Заряды рассчитываются по формуле (19); взрыв всех зарядов на площади прохода должен производиться одновременно.

Деревья, перебитые взрывами зарядов на части, даляются за пределы прохода путем растаскивания их рактором, снабженным тросом, или путем расалкивания бульдозером.

---

* Данный способ рекомендуется применять только в условиях раниченного времени.

ГЛАВА XII

ПОРЧА И УНИЧТОЖЕНИЕ ВОЙСКОВОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТИ, ОБОРУДОВАНИЯ И ВОЕННОГО ИМУЩЕСТВА

347. Порча и уничтожение войсковой материальной части, оборудования и военного имущества осуществляются подрыванием, сжиганием и механическим разрушением (разбиванием).

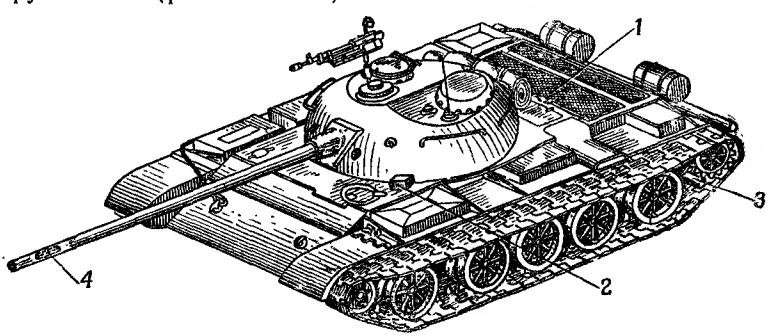


Рис. 236. Подрывание танка:
1 — заряд на двигателе; *2* — заряд у основания башни; *3* — заряд на гусенице; *4* — заряд в стволе орудия

348. Танки (рис. 236) приводятся в негодное состояние взрывами зарядов ВВ, располагаемых:

— на двигателях у цилиндров; вес отдельных зарядов 0,4—0,8 *кг*;

— у башен, в местах их соединения с корпусами; вес заряда 1,6—2,0 *кг* (башня после взрыва заклинивается);

— на одной или обеих гусеницах, у ведущих колес; вес каждого заряда 2 *кг*;

— в стволах или у затворов орудий; вес зарядов принимается по ст. 350.

Кроме того, танки могут быть или подожжены изнутри, или испорчены механическим путем, например:

— разбиванием рубашек водяного охлаждения двигателей ударами кувалды;

— перебиванием при помощи зубила или молотка приборов управления, тросов, трубок подачи горючего и воды, бензиновых и масляных баков.

349. Бронетранспортеры, артиллерийские тягачи, базовые машины ракет, автомобили и тракторы приводятся в негодное состояние взрывами зарядов, размещаемых:

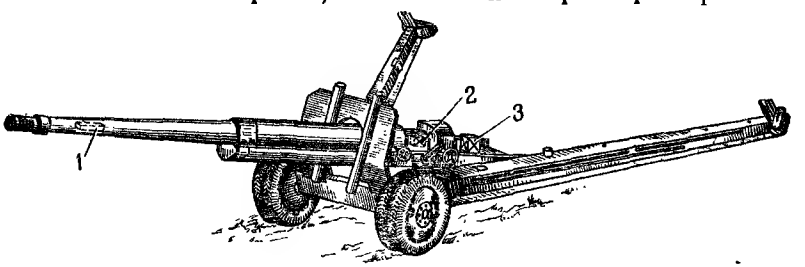


Рис. 237. Подрывание артиллерийского орудия:
1 — заряд в канале ствола; *2* — заряд в патронике; *3* — заряд у затвора

— на блоках цилиндров двигателей; вес заряда 0,4 *кг*;

— у коробок передач в нижней их части; вес заряда 0,4 *кг*;

— у карданных валов в цапфах; вес заряда 0,8—1,0 *кг*;

— у задних мостов возле коробки дифференциала; вес заряда 0,8—1,0 *кг* (при двух ведущих осях подрываются обе оси, каждая отдельным зарядом).

В бронетранспортерах повреждаются пулеметы взрывами зарядов весом 0,2—0,4 *кг*, закладываемых у замков; у тракторов и тягачей подрываются одна или обе гусеницы (ст. 348).

Кроме того, в любой из перечисленных машин можно разбить кувалдой рубашки водяного охлаждения, нижнюю часть картера и коробки передач, а также пробить радиатор и баки; можно также облить машину горючим и поджечь ее.

350. Артиллерийские орудия и минометы приводятся в негодное состояние взрывами зарядов, размещаемых в каналах, в казенной части (в патронниках) или над затворами (рис. 237).

Вес зарядов зависит от калибра орудий и определяется (для любого из трех указанных случаев размещения зарядов) по табл. 33.

Таблица 33

Вес зарядов в зависимости от калибра подрываемых орудий

Калибр орудия (миномета), *мм*	Вес заряда, *кг*	Калибр орудия, *мм*	Вес заряда, *кг*
37—50	0,2—0,4	150—200	4,0—5,0
70—76	1,0—1,2	200—300	6,0—7,0
80—100	1,2—2,0	300—400	7,0—10,0
100—150	2,0—4,0	Более 400	10,0—15,0

351. Пусковые установки баллистических ракет и самолетов-снарядов, смонтированные на подвижной базе, повреждаются взрывами удлиненных или сосредоточенных зарядов, располагаемых в одном — двух сечениях на направляющих и у шарниров опорных стоек. Вес зарядов определяется по ст. 141—143. Места расположения зарядов показаны на рис. 238.

352. Войсковые передвижные электростанции приводятся в негодное состояние:

— взрывами зарядов весом 0,8—1,0 *кг*, располагаемых на блоке цилиндров двигателя, на подшипниках у коллектора или на корпусе генератора;

— механическим разрушением (разбиванием) распределительного щита.

353. Самолеты и вертолеты приводятся в негодное состояние:

— взрывами зарядов весом 0,8—1,0 *кг*, располагаемых у двигателей и баков с горючим;

— взрывами зарядов весом 1,0—3,0 *кг*, располагаемых у муфт тяговых и подъемных винтов;

— поджогом оборудования и фюзеляжа, предварительно облитых бензином, керосином и т. п.;

— механической порчей двигателей, оборудования и приборов управления.

354. Речные суда (баржи, пароходы) приводятся в негодное состояние взрывами зарядов, располагаемых (рис. 239):

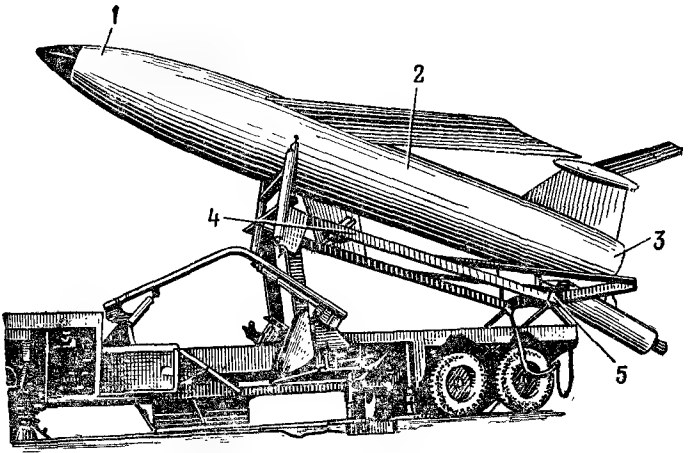


Рис. 238. Места расположения зарядов для подрывания пусковой установки с ракетой:
1 — на головной части; *2* — на корпусе над топливным баком; *3* — в камере двигателя; *4* — на направляющих; *5* — на шарнире

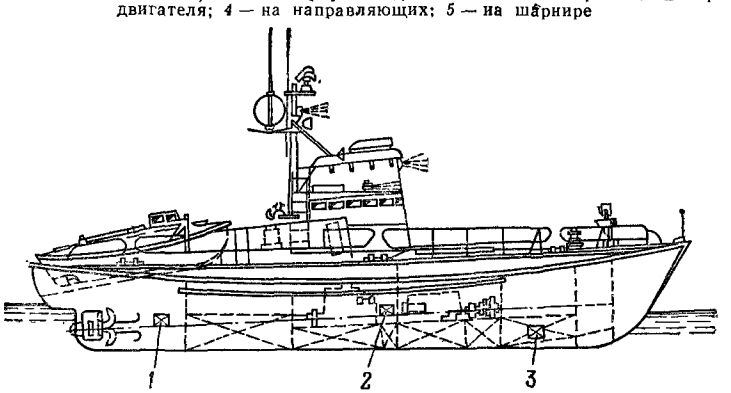


Рис. 239. Подрывание судна:
1 — заряд на гребном валу; *2* — заряд у двигателя; *3* — заряд на днище

— внутри судов, в подводной их части между шпангоутами (ребрами); вес зарядов, а также их форма и количество определяются в зависимости от толщины обшивки (ст. 145).

— у частей машин, котлов или на гребном валу; в первых двух случаях вес зарядов принимается от 0,4 до 1,2 *кг*, в последнем — от 3 до 5 *кг*;

— внутри судов, у шпангоутов или в местах соединения шпангоутов с килем; вес зарядов — по ст. 143 (обычно от 2 до 4 *кг*);

— на цепях или на канатах, идущих от места управления (штурвальная рубка) к рулю; расчет и размещение зарядов — по ст. 144.

Все заряды должны взрываться одновременно при помощи детонирующего шнура или электрическим способом.

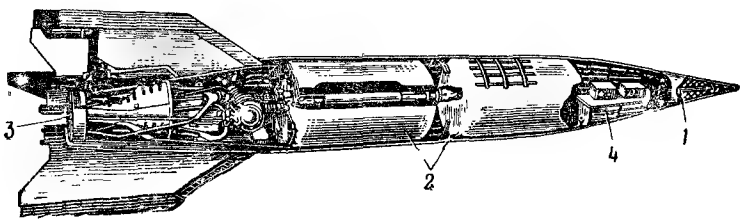


Рис. 240. Места расположения зарядов для подрывания ракеты: *1* — на головной части; *2* — на корпусе на баках с горючим и окислителем; *3* — в камере двигателя; *4* — на отсеках управления

Кроме того, деревянные суда могут уничтожаться сжиганием; очаги поджога целесообразно выбирать в машинном отделении или в складе топлива.

355. Основные блоки ракет уничтожаются или повреждаются взрывами зарядов или механическим способом. Места расположения зарядов на отдельных блоках ракеты показаны на рис. 240.

Головная часть ракеты с боевым зарядом уничтожается взрывом сосредоточенного заряда весом 1,0—1,6 *кг*, располагаемого на корпусе.

Корпус с топливными баками и баками окислителя, а также двигатель разрушаются взрывом сосредоточенных зарядов весом 1,0—2,0 *кг*, располагаемых на наружной поверхности корпуса или в камере сгорания двигателя.

Блок отсека управления разрушается взрывом заряда весом 0,4—0,8 *кг*.

Консоли крыльев и киль крылатых ракет и самоле-

тов-снарядов разрушаются взрывом удлиненных зарядов весом 1—2 *кг/м*.

Порча двигателя, топливных баков, отсека управления, крыльев и киля крылатых ракет может производиться механическим способом (ударами кувалдой, прострелом из стрелкового оружия и т. п.).

356. Разрушение ракет на стартовой позиции в положении боеготовности производится путем подрывания головной части с боевым зарядом или топливных баков по ст. 355. Для укладки зарядов на указанные узлы ракет могут использоваться монтажные краны.

Повреждение ракеты в положении боеготовности может быть обеспечено подрыванием двигателя, прострелом корпуса с топливными баками или блока отсека управления.

Прострел топливных баков необходимо производить с безопасного расстояния. Величина заряда для подрывания двигателя принимается по ст. 355.

357. Артиллерийские снаряды и минометные мины уничтожаются взрывами зарядов, размещаемых на стенках корпусов. Вес зарядов зависит от калибра подрываемых снарядов (мин) и определяется по табл. 34.

Таблица 34

Вес зарядов и возможная дальность разлета осколков в зависимости от калибра подрываемых снарядов

Калибр снаряда, *мм*	Вес подрывного заряда тротила, *кг*	Возможная дальность разлета осколков, *м*
37—76	0,2—0,4	До 500
76—105	0,4—0,6	„ 700
105—150	0,6—0,8	„ 1000
150—200	0,8—1,0	„ 1200
200—300	1,0—2,0	„ 1500
300—400	2,0—3,0	„ 1500
Более 400	Более 3,0	„ 1500

При уничтожении снарядов и минометных мин, не взорвавшихся во время стрельбы, сдвигать их с мест и изменять положение, в котором они были найдены, как правило, запрещается. При подрывании снаряда (мины) обычно взрывается и его разрывной за-

ряд, поэтому дальность разлета осколков может быть весьма значительной (табл. 34).

Для уменьшения дальности разлета осколков подрываемые снаряды и мины целесообразно ограждать земляными валами, стенками из бревен и т. п.

В исключительных случаях, когда допустимо перемещение подлежащих уничтожению снарядов (мин), их складывают в ямы (котлованы) штабелями и подрывают согласно ст. 360. Подтаскивание невзорвавшихся снарядов и мин к местам подрывания разрешается производить только при помощи кошек, действуя ими из-за укрытий.

358. Авиационные бомбы подрываются зарядами, располагаемыми на стенках корпусов. Вес зарядов определяется по табл. 35.

Таблица 35

Вес зарядов и возможная дальность разлета осколков в зависимости от калибра (веса) подрываемых авиабомб

Калибр авиабомбы, *кг*	Вес подрывного заряда тротила, *кг*	Возможная дальность разлета осколков, *м*
До 10	0,2	До 500
„ 50	0,4	„ 850
„ 100	0,6	„ 1000
„ 250	1,0	„ 1200
„ 500	1,6	„ 1350
„ 1000	2,0	„ 1500
„ 1500	2,4	„ 1600
„ 2000	3,0	„ 1800
„ 5000	5,0	„ 2000

Порядок уничтожения авиабомб аналогичен порядку уничтожения артиллерийских снарядов (ст. 357).

Невзорвавшиеся авиабомбы разрешается сдвигать с места и перевозить только в тех случаях, когда они найдены внутри населенного пункта и когда взрыв их на месте падения представляет опасность для населения, а также для зданий и других сооружений. Перемещение авиабомб в этих случаях производится согласно специальным инструкциям.

359. Противотанковые мины уничтожаются взрывами зарядов (шашек) весом 0,2—0,4 *кг*, укладываемых на

крышку. Противопехотные мины нажимного действия подрываются зарядами весом 0,2 *кг*, укладываемыми рядом с ними. Осколочные мины подрываются зарядами весом 0,4 *кг*, которые укладываются рядом с взрывателями.

Порядок уничтожения противотанковых и противопехотных мин аналогичен порядку уничтожения артиллерийских снарядов (ст. 357).

360. Склады боеприпасов подрываются зарядами, размещаемыми внутри хранилищ на корпусах снарядов (мин, авиабомб). При двух и большем количестве подрывных зарядов их располагают в разных местах хранилища (штабеля). При наличии на складе нескольких хранилищ (штабелей) заряды располагаются в каждом из них. Вес зарядов для подрывания отдельных снарядов, мин и авиабомб определяется по табл. 34 и 35.

При подрывании штабелей снарядов (мин), как правило, часть их разбрасывается, не взрываясь; уменьшение разброса снарядов достигается укладкой подрывных зарядов поверх штабелей и увеличением количества и веса этих зарядов; с указанной целью на каждый штабель укладывают несколько сосредоточенных зарядов весом не менее 5 *кг* каждый или один удлиненный заряд, перекрывающий штабель по всей длине. Взрыв зарядов должен производиться одновременно. Штабеля снарядов (мин) в деревянной укупорке могут уничтожаться сжиганием.

Крупнокалиберные авиабомбы (250 *кг* и более) целесообразно подрывать каждую отдельным зарядом, закладываемым в очко для взрывателя.

Заряды, расположенные в пределах одного хранилища (штабеля), соединяют детонирующим шнуром; взрыв первичных зарядов производится электрическим способом или при помощи часовых взрывателей с небольшим замедлением.

Ружейные и малокалиберные патроны, малокалиберные осколочные неокончательно снаряженные авиабомбы, а также зажигательные бомбы во избежание разбрасывания их при подрывании уничтожаются сжиганием в котлованах; с этой целью на дно котлована укладываются облитые керосином дрова, а поверх дров размещаются уничтожаемые боеприпасы в деревянной таре (ящиках). Костер поджигается электрическим способом

(взрывом электровоспламенителей) в нескольких точках, в которых устанавливают коробки с дымным порохом.

361. Склады обмундирования, продовольствия и фуража уничтожаются сжиганием. Перед сжиганием все, что хранится в складе, обливается бензином, керосином, нефтью и т. п.

362. Склады горючих и смазочных материалов также уничтожаются сжиганием. Пробки, крышки и люки металлической тары (бочек, баков, цистерн) предварительно открываются. При поджигании указанных материалов следует остерегаться взрыва их паров, накапливающихся в хранилищах.

Поджигание нефти, мазута и масел осуществляется или специальными зажигательными средствами, или небольшими зарядами ВВ (0,2—0,4 *кг*), заложенными в бидоны с бензином или керосином и погруженными в поджигаемые материалы. Заряды закладываются в бензин (керосин) непосредственно перед поджиганием хранилищ.

363. Войсковые мастерские и их внутреннее оборудование разрушаются или приводятся в негодное состояние согласно ст. 312—316.

ГЛАВА XIII

ПОДВОДНЫЕ ПОДРЫВНЫЕ РАБОТЫ

364. Подрывные работы в воде производятся в целях:

— подрывания льда:

— углубления и расчистки русел рек и уничтожения бродов;

— подрывания заграждений, установленных в воде;

— подрывания подводных частей судов и сооружений *.

365. При производстве подводных подрывных работ необходимо учитывать, что действие взрыва в воде распространяется на значительно большие расстояния, чем в воздухе.

При подводных взрывах работа водолазов и пребывание людей в воде допускаются только на безопасных расстояниях от места взрыва, определяемых по формуле

$$l = 250\sqrt[3]{C}, \qquad (67)$$

где l — безопасное расстояние в метрах;

C — вес взрываемого в воде заряда в килограммах.

ПОДРЫВАНИЕ ЛЬДА И ЛЕДЯНЫХ ЗАТОРОВ

366. Подрывание льда производится для образования полыней с целью устройства заграждений, проводки судов, устройства переправ, а также для предотвращения и уничтожения заторов льда у мостов.

367. При устройстве заграждений полыньи могут быть образованы заблаговременно или в момент подхода про-

* Указания по подрыванию сооружений изложены в гл. VII и X.

тивника к водному препятствию. В первом случае необходимо постоянно поддерживать полыньи в незамерзающем состоянии. Во втором требуется только заблаговременно установить подготовленные к взрыву подледные заряды.

368. Вес подледных зарядов для устройства полыней и наиболее выгодная глубина их погружения в воду, считая от поверхности ледяного покрова, определяются по табл. 36 в зависимости от требуемого диаметра (ширины) полыньи и толщины льда.

Таблица 36

Вес зарядов для подрывания льда и наиболее выгодиая глубина их погружения

Вес заряда, *кг*	Глубина погружения заряда, *м*	Диаметр полыньи при толщине льда, *м*								
		0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	0,6—0,8	0,8—1,0	1,0—1,2	1,2—1,5	1,5—2,0
1	1,2	6,0	6,0	6,0	5,8	5,6	—	—	—	—
3	1,6	12,0	8,9	8,6	8,4	8,0	7,5	—	—	—
5	1,8	17,0	10,5	10,0	10,0	9,5	9,3	—	—	—
10	2,0	—	13,0	12,5	12,5	12,0	11,5	10,5	—	—
20	2,3	—	—	—	15,8	15,2	14,5	13,5	12,5	10—11,0

Для ориентировочного определения количества ВВ, необходимого для подрывания льда, принимают на один квадратный метр ледяной поверхности 0,075 *кг* тротила или аммонита при толщине льда до 0,5 *м*.

Указанные выше величины зарядов во всех случаях, когда это возможно, подлежат уточнению пробными взрывами.

369. Для опускания зарядов под лед в нем пешнями, ломами, механическими и электрическими бурами или взрывами малых зарядов ВВ выделывают проруби (лунки) такой величины, чтобы основные заряды проходили в них свободно.

При пробивании лунок взрывами заряды располагают на поверхности ледяного покрова или с заглублением в толщу льда. Вес зарядов определяется по табл. 37.

Таблица 37

Вес зарядов для пробивания лунок во льду

Толщина льда, *м*	Вес наружного заряда, *кг*	Заряды в толще льда		
		глубина заложения заряда, *м*	вес заряда, *кг*	диаметр лунки, *м*
0,3	0,2	—	—	—
0,4	0,4	—	—	—
0,5	0,6	0,3	0,4	0,6
0,6	—	0,3	0,6	0,7
0,8	—	0,4	0,8	0,8
1,0	—	0,5	1,0	0,9
1,2	—	0,6	2,4	1,0
1,5	—	0,75	3,0	1,2

Для пробивания лунок во льду можно использовать кумулятивные заряды. Например, кумулятивный заряд КЗ-2 пробивает лед толщиной до 2,0 *м*, образуя

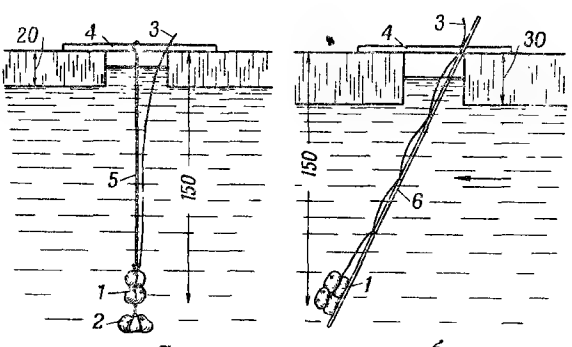


Рис. 241. Установка зарядов в прорубях при подрывании льда:

а — заряд на веревке; *б* — заряд на жерди; *1* — заряды; *2* — груз; *3* — провода; *4* — перекладины; *5* — веревка; *6* — жердь

лунку диаметром приблизительно 25 *см* (считая по нижней поверхности ледяного покрова).

Заряды (основные) опускаются в проруби на глубину, определяемую по табл. 36, на веревках или на жердях с перекладинами, укладываемыми на лед попе-

рек прорубей (рис. 241). Во избежание всплывания зарядов к ним привязываются грузы.

370. Для увеличения диаметра полыньи целесообразно применять, кроме основного заряда, забивочный заряд, который размещается на половине расстояния между основным зарядом и поверхностью ледяного покрова (рис. 242).

Вес забивочного заряда принимается равным одной четверти — одной пятой веса основного заряда; при этом

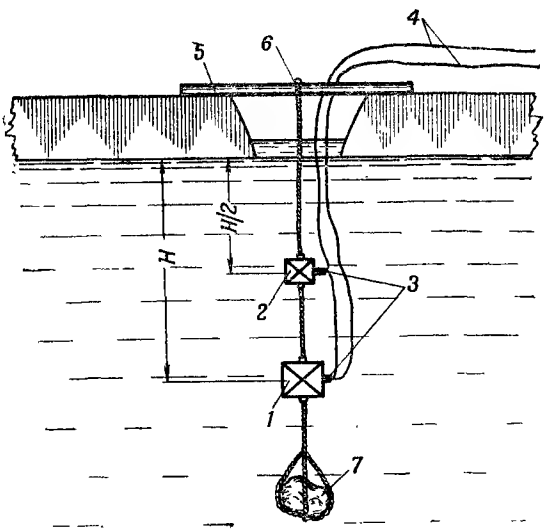


Рис. 242. Подрывание льда с применением забивочного заряда:

1 — основной заряд; *2* — забивочный заряд; *3* — электродетонаторы; *4* — провода; *5* — перекладина; *6* — веревка; *7* — груз

диаметр полыньи увеличивается приблизительно в полтора раза. Взрывание забивочного заряда производится одновременно с основным.

371. Создание полыней при устройстве заграждений и при выделке каналов во льду производится одновременным взрывом группы зарядов.

Расстояния между зарядами принимают в пять — шесть раз больше глубины их погружения. Заряды рас-

полагаются параллельными рядами, опускаются под лед и укрепляются в лунках, как показано на рис. 243.

Разрушение льда при устройстве полыней может производиться также удлиненными зарядами, уложенными на лед. При наличии снежного покрова для укладки зарядов на лед в снегу устраиваются траншеи (ровики).

При толщине льда до 0,35 *м* одна нить удлиненного заряда весом 1 *кг/м* образует полынью шириной 1,5—3,5 *м*. Для получения более широкой полыньи

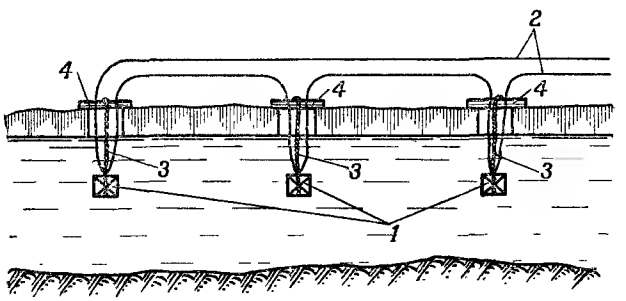


Рис. 243. Расположеиие группы зарядов для подрывания льда:
1 — заряды; *2* — провода; *3* — веревка; *4* — перекладины

нити удлиненных зарядов укладываются параллельно друг другу на расстояниях 2—4 *м*.

Если поверхность льда покрыта снегом, то для уменьшения размеров льдин в полынье расстоя-

Таблица 38

Вес зарядов для подрываиия сплошных ледяных массивов

Глубина заложения заряда, *м*	Вес заряда, *кг*			Заряд рыхления (без выброса), *кг*
	при $n = 1$	при $n = 1{,}5$	при $n = 2$	
0,6	0,8	1,8	4,0	0,2
0,8	1,6	3,8	8,4	0,4
1,0	3,0	7,2	15,6	0,8
1,5	6,8	16,2	35,0	1,7
2,0	12,0	28,8	62,5	3,0

ния между нитями удлиненного заряда принимаются равными 2 *м*.

372. Подрывание сплошных ледяных массивов с целью нарушения сплошности льда производится сосредоточенными зарядами, закладываемыми в выделанных во льду колодцах глубиной до 2,0 *м*. Вес таких зарядов определяется по табл. 38 в зависимости от величины показателя действия взрыва *n* (гл. V).

ЗАЩИТА МОСТОВ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВО ВРЕМЯ ЛЕДОХОДА

373. Для предотвращения заторов около моста необходимо еще до начала ледохода освободить от примерзшего льда все опоры и ледорезы, сделав вокруг них борозды во льду шириной не менее 0,5 *м*.

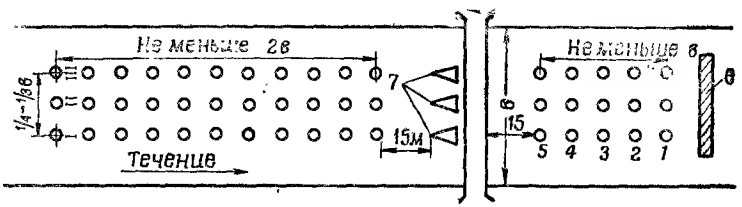


Рис. 244. Расположение лунок для зарядов при устройстве канала во льду:

I—III — продольные ряды лунок выше моста; *1—5* — поперечные ряды лунок ниже моста; *6* — борозда; *7* — ледорезы; *в* — ширина реки

Одновременно с этим необходимо взрывами зарядов устроить вдоль реки (по фарватеру) канал шириной от одной четверти до одной трети ширины реки и длиной не менее трех ширин реки; на расстояние, равное ширине реки, канал должен простираться ниже моста и на большее в два раза расстояние — выше моста.

Устройство канала начинают с низовой стороны. Заряды располагают параллельными рядами перпендикулярно фарватеру (рис. 244). Расстояния между рядами и между зарядами в рядах принимаются по ст. 371.

Заряды взрываются поочередно рядами, начиная с ряда, ближайшего к борозде, предварительно выделываемой по низовой границе канала.

При выделке канала выше моста ряды зарядов располагаются параллельно фарватеру, против устоев и ледорезов. Ближе 15 *м* от моста взрывать заряды запрещается.

374. Если затор образовался в некотором удалении от моста, то его уничтожают взрывами зарядов с низовой стороны с целью устройства в нем канала шириной 20—30 *м*. Вес зарядов принимается равным от 5 до 20 *кг*. Заряды в заторе располагают в два — три ряда перпендикулярно оси устраиваемого канала и на расстояниях один от другого, в четыре — шесть раз превышающих их заглубление.

При закладке в затор нескольких зарядов взрывание их должно производиться одновременно для того, чтобы лед, пришедший в движение после первого взрыва, не принес к мосту невзорвавшиеся заряды.

В затор, образовавшийся непосредственно около моста, разрешается закладывать только по одному заряду. Крупные льдины при подходе к мосту разрушаются бросаемыми на них зарядами весом не более 3,0 *кг*. Эти заряды должны взрываться до подхода льдин под мост.

375. Работы по уничтожению ледяных заторов должны производиться как можно быстрее. При работе необходимо следить за тем, чтобы вместе с тронувшимся льдом не унесло работающих людей. Ходить по затору и по непрочному льду надо с палками для прощупывания льда.

В наиболее опасных местах прокладываются доски; подрывников, работающих в таких местах, обвязывают веревками, вторые концы должны держать люди, находящиеся на берегу или на прочных участках льда.

Ниже затора должны находиться наготове дежурные расчеты на лодках со спасательными средствами (спасательные круги, веревки, доски, багры и т. п.). Задачей этих расчетов является оказание помощи утопающим и наблюдение за прохождением льда вниз по течению.

Подрывные работы могут быть прекращены только тогда, когда будет заметно падение уровня воды с верховой стороны затора или когда напор льда перестанет угрожать мосту.

ПРОВОДКА КОРАБЛЕЙ ПО ЛЕДЯНЫМ ПОЛЯМ И ОСВОБОЖДЕНИЕ ВМЕРЗШИХ СУДОВ

376. Если движению корабля препятствует мелкобитый лед, то корабль отводится на безопасное расстояние (табл. 39), а в зоне скопления льда взрывается несколько зарядов весом по 20—25 *кг* на глубине, приблизительно равной толщине льда. Если при этом не удается облегчить движение корабля по прежнему курсу, то канал пробивается в другом направлении.

Таблица 39

Безопасные расстояния (в метрах) от бортов корабля при взрыве зарядов, погруженных под лед

Суда / Вес заряда, *кг*	Речные*	Морские обычные	Морские суда для ледовых условий	Ледоколы
1	16—20	12—16	8—12	6—8
3	24—40	16—20	12—16	8—10
5	30—50	20—30	16—20	10—13
10	50—60	25—35	20—25	13—16
20	60—80	35—45	25—30	16—20
30	80—100	40—50	30—35	20—25
50	100—120	50—60	35—45	25—30

* Имеются в виду суда с деревянной обшивкой.

Если движению корабля препятствует мощный сплошной лед, то в нем пробивается канал шириной, равной удвоенной ширине корабля. Заряды, определяемые по табл. 36, располагаются вдоль оси канала в несколько рядов и взрываются по возможности одновременно. Такой метод пригоден в том случае, если разбитый взрывами лед будет уноситься из канала течением и ветром и если нет подвижки льда, которая может привести к сужению канала.

377. Если образование канала по способу, указанному в ст. 376, невозможно, то для обеспечения движения корабля прибегают к сплошному подрыванию

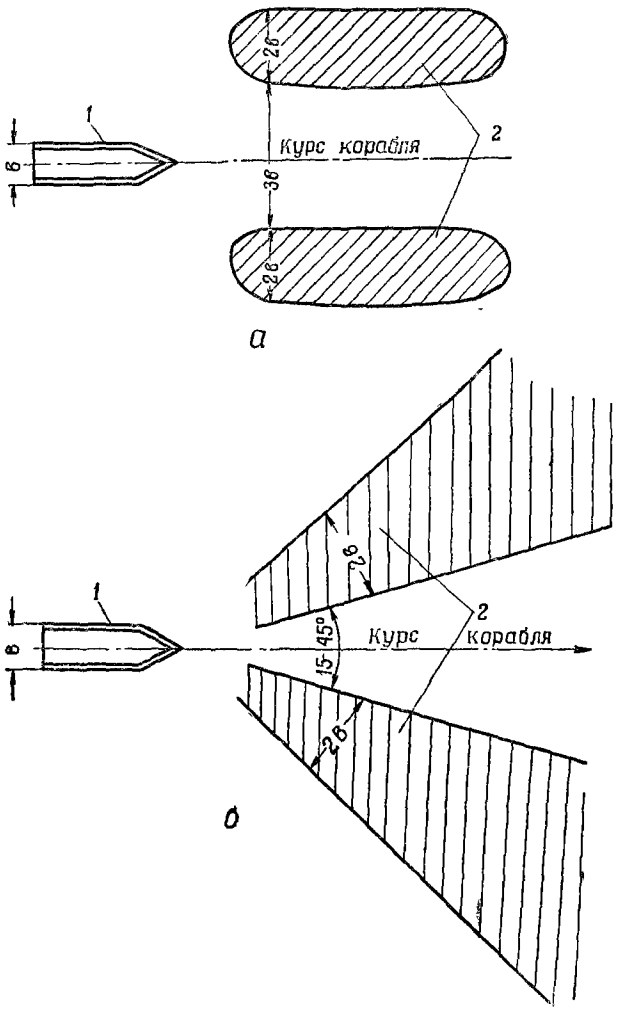


Рис. 245. Сплошное подрывание льда.

а — в зонах, параллельных курсу корабля; *б* — в зонах, расположенных под углом к курсу корабля; *1* — судно; *2* — зоны битого льда

льда в зонах, параллельных курсу корабля или расположенных под углом 15—45° к нему (рис. 245).

Ширина каждой зоны сплошного разрушения льда должна быть минимум в два раза больше ширины корабля, а расстояние между зонами не должно превышать ширину корабля более, чем в три раза. При указанных размерах зон и промежутках между ними корабль раскалывает неразрушенные льды на своем курсе и, раздвигая их в стороны, проходит трудный участок.

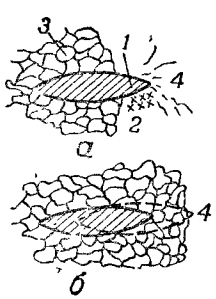


Рис. 246. Подрывание льда при постановке судна на плав:

а — положение судна до взрыва зарядов; *б* — то же, после взрыва зарядов; *1* — судно; *2* — заряды; *3* — битый лед; *4* — ледяное поле

378. Снятие корабля, засевшего на ледяном поле и не могущего продавить ледяной массив своим весом и стать на плав, производится при помощи взрыва нескольких зарядов весом по 0,2—04 *кг*, расположенных, как указано на рис. 246.

Глубина заложения зарядов должна составлять 1—1,5 *м*, расстояния от борта корабля до зарядов — не менее 10 *м*. Заряды располагаются двумя рядами на расстоянии 1,25 *м* один от другого. После взрыва ледяное поле под кораблем раскалывается на большие куски, чем и обеспечивается возможность постановки корабля на плав.

379. Освобождение кораблей, вмерзших в лед, производится устройством вокруг них зон сплошного разрушения льда; ширина такой зоны должна составлять 4—5 *м*. Зоны сплошного разрушения создаются постепенно от кормы к носу корабля, сначала со стороны одного, а затем (если это окажется необходимым) и со стороны другого борта. Битый лед винтом корабля прогоняется под нетронутый ледяной массив.

380. Предохранение кораблей от сжатия неподвижными льдами производится путем устройства вокруг них поясов битого льда шириной 15—20 *м* на расстоянии 15—20 *м* от бортов. При подвижных льдах вокруг корабля устраивается зона мелкобитого льда такой ширины, которая будет достаточна для разворота корабля носом против движения льдов.

381. При производстве взрывов вблизи кораблей должны выдерживаться безопасные расстояния, которые гарантировали бы от повреждения бортов корабля. Эти расстояния определяются по табл. 39.

УГЛУБЛЕНИЕ И РАСЧИСТКА РУСЕЛ РЕК, УНИЧТОЖЕНИЕ БРОДОВ

382. При углублении дна рек взрывным способом работы необходимо начинать с верховой стороны, используя размыв дна после взрывов и унос разрыхленного грунта по течению.

383. Для производства подрывных работ по углублению дна перекатов назначается расчет саперов. Расчет на лодке спускается по течению на намеченный участок работы, на котором должны быть заранее выставлены на берегах вехи или установлены на воде буи, обозначающие створы для укладки зарядов. Наблюдение за тем, чтобы лодка не выходила за пределы обозначенного участка, возлагается на рулевого.

Находящийся на носу лодки разметчик замеряет глубины и, найдя нужную глубину, подает подрывнику команду «Опустить заряд». Подрывник, размещающийся в лодке ближе к корме, получив команду, подает сигнал «Огонь», затем воспламеняет зажигательную трубку и опускает заряд в воду. После опускания заряда расчет отплывает на безопасное расстояние против течения.

При электрическом способе взрывания электродетонаторы должны быть хорошо закреплены в зарядах, а в местах сростков на проводах должны быть сделаны предохранительные петли (ст. 122). После сбрасывания зарядов в воду провода (во избежание их натяжения) должны разматываться с быстротой, соответствующей скорости движения лодки.

При производстве большого количества взрывов лодка на участке реки становится на якорь (рис. 247). Заряды располагаются на дне реки в шахматном порядке и взрываются одновременно.

Действием взрыва и последующим размывом песчаный перекат углубляется на 10—35 *см* (табл. 40). Если дно реки требует большего углубления, то взрывы про-

изводятся несколько раз. После каждого взрыва и проверки результатов необходимо делать перерыв в работе на данном участке не менее 5 часов, во время которого грунт смывается течением.

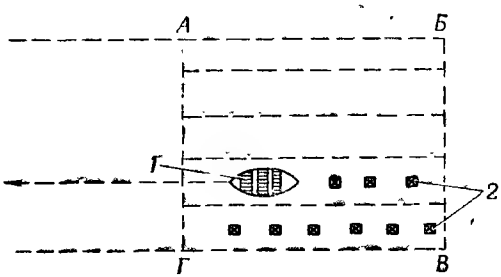


Рис. 247. Установка зарядов на дно реки с лодки:
1 — лодка; 2 — заряды; АБВГ — участок подрывных работ

Таблица 40

Примериый вес зарядов дли углублеиия песчаиого диа реки

Глубиина воды на перекате, *м*	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Вес заряда ВВ, *кг*	2	3	3,5	4	5	6
Расстояиие между зарядами и рядами зарядов, *м*	4,0	6	7,5	8,5	11,0	13,0
Ориентировочное углубление переката после взрыва, *м*	0,08—0,15	0,1—0,2	0,12—0,25	0,15—0,30	0,14—0,32	0,15—0,35

Примечание. Углубление зависит от скорости течения реки и формы переката (иа перекатах с пологими откосами получается меньшее углубление, на перекатах с гребнем — большее).

В зимнее время работы по углублению дна реки производятся со льда: заряды на дно реки опускаются через пробитые во льду лунки.

384. **Наибольший эффект** рыхления грунта достигается при одновременном взрыве нескольких за-

рядов электрическим способом или при помощи детонирующего шнура. Заряды и взрывные сети изготовляются заранее на берегу.

Когда все заряды уложены на места, с лодки или с берега проверяют исправность электровзрывной сети, после чего производят взрыв.

Вес зарядов определяется по табл. 40 и при возможности уточняется пробными взрывами.

385. При каменистом дне реки, когда уноса частиц грунта потоком воды не происходит, подрывные работы производятся с целью рыхления каменного ложа, дробления его верхнего слоя на небольшие куски, которые затем убираются машинами или вручную.

Вес зарядов определяется по табл. 41 и проверяется затем пробными взрывами. При глубине воды, не превышающей необходимого углубления дна, вес зарядов увеличивается на 50%; при глубине воды меньше удвоенной величины необходимого углубления вес зарядов увеличивается на 25%.

Дробление валунных камней в воде производится взрывами наружных (накладных) зарядов, вес которых определяется из расчета 2,0 *кг* ВВ на 1 $м^3$ камня.

Расстояния между зарядами и рядами зарядов принимаются в три раза больше необходимого углубления дна, указанного в табл. 41.

Таблица 41

Вес зарядов для углубления камеиистого диа реки

Необходимое углубление дна, *м*	Вес заряда, *кг*		
	для слоистого известняка	для плотного известняка	для более крепких пород
0,4	0,8	1,7	2,6
0,5	1,6	3,4	5,0
0,6	2,9	6,0	8,8
0,7	4,5	9,2	13,5
0,8	6,5	13,5	20,0

386. При уничтожении бродов взрывами зарядов, определяемых по табл. 40, устраивается фарватерная траншея там, где скорость течения наибольшая. Взрывание зарядов следует вести с верховой

стороны. При малой глубине воды (менее 0,5 *м*) рекомендуется зарывать заряды в грунт; в этом случае они рассчитываются по формуле (31) при показателе действия взрыва $n=2{,}0 \div 3{,}0$.

387. Расчистка русел рек от кряжей, коряг и затонувших деревьев сводится к дроблению их на куски, которые после взрыва извлекаются из воды или уносятся течением.

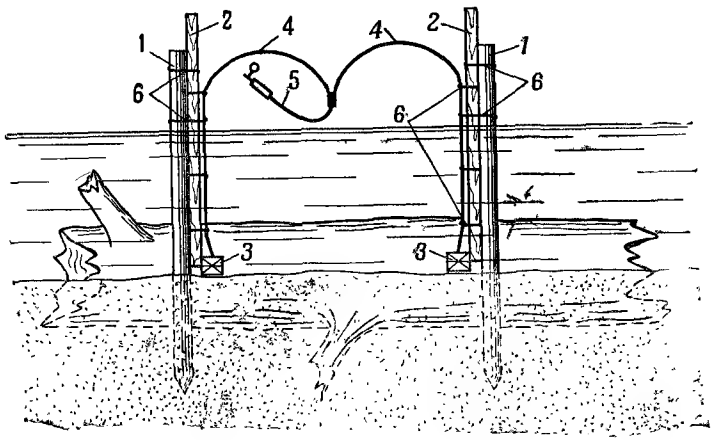


Рис. 248. Подрывание затонувшего кряжа:
1 — колья; *2* — рейки; *3* — заряды; *4* — отрезки детонирующего шнура с капсюлями-детонаторами; *5* — зажигательная трубка; *6* — проволока (шпагат)

Заряды закладываются с поверхности воды при помощи шестов или водолазами. Располагать заряды необходимо под подрываемыми кряжами (корягами). Если мешающий предмет залегает глубоко в грунте и подкопаться под него трудно, то заряд укрепляется на дне водоема так, чтобы он плотно прилегал к этому предмету. При подрывании длинных предметов одновременно взрываются два—три заряда при помощи детонирующего шнура или электрическим способом (рис. 248). Расчет зарядов производится по ст. 136.

388. Подрывание заграждений, обрушенных конструкций мостов и затонувших судов производится под-

водными зарядами, прикладываемыми непосредственно к подрываемым элементам. Части заграждений судов и мостовых конструкций, отделяемые взрывами, должны быть такого размера и веса, чтобы их можно было затем удалить из воды вручную или при помощи кранов. **Расчет зарядов** производится по указаниям гл. IV соответственно материалам подрываемых конструкций. Заряды укладываются под водой водолазами.

ГЛАВА XIV

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ПОДРЫВНЫХ РАБОТАХ

389. При подрывных работах соблюдаются следующие общие меры предосторожности:

— во время работ необходимы строгий порядок и точное выполнение соответствующих указаний данного Руководства;

— все лица, назначаемые для производства работ, должны знать ВВ, средства взрывания, их свойства и правила обращения с ними, а также правила и порядок выполнения предстоящих работ и необходимые меры предосторожности;

— на каждую отдельную работу в качестве руководителя (старшего) назначается офицер или сержант, отвечающий за успех взрыва и правильное ведение работ;

— каждый солдат подразделения (расчета), ведущего подрывные работы, должен твердо знать, что ему нужно делать и в какой последовательности;

— все действия должны производиться по командам и сигналам руководителя работ (старшего);

— сигналы должны резко отличаться один от другого, и весь личный состав, участвующий в подрывных работах, должен хорошо их знать;

— место взрыва должно быть оцеплено постами, которые следует удалять на безопасное расстояние; оцепление выставляется и снимается специальным разводящим, подчиненным руководителю работ (старшему);

— для открыто расположенных людей * безопасными являются следующие расстояния:

При взрыве зарядов до 10 *кг* без оболочек:	
в воздухе	50 *м*
на грунте	100 *м*
При подрывании льда подводными зарядами	100 *м*
При подрывании дерева	150 *м*
При подрывании грунта на выброс	В соответствии со ст. 162
При подрывании кирпича, камня, бетона и железобетона	350 *м*
При подрывании открыто расположенных металлических конструкций	500 *м*
При уничтожении боеприпасов и при использовании их в качестве зарядов	В соответствии со ст. 357

— места и расстояния, на которые нужно отводить людей и выставлять оцепление на время взрыва, указываются руководителем работ (старшим);

— начало и прекращение работы определяются соответствующей устной командой или сигналом руководителя работ (старшего);

— сигналы подаются (при помощи свистка, рожка, сирены, ракет) в следующем порядке:

а) первый сигнал — «Приготовиться»;

б) второй сигнал — «Огонь»;

в) третий сигнал — «Отходи» **;

г) четвертый сигнал — «Отбой» (подается после осмотра мест взрыва руководителем работ);

— лица, не занятые непосредственно на данных работах по производству взрыва, а также посторонние лица на места работ не допускаются;

— ВВ, средства взрывания и готовые заряды на месте проведения работ охраняются часовым;

— капсюли-детонаторы, зажигательные трубки и электродетонаторы хранятся отдельно от ВВ и готовых зарядов, в стороне от места работ;

— ВВ и средства взрывания могут выдаваться с полевого расходного склада подрывникам только по приказанию руководителя работ (старшего);

---

* Безопасные расстояния для зданий и сооружений определяются по приложению 15.

** Относится только к огневому способу взрывания.

— хранить и переносить к месту работ полученные с полевого склада капсюли-детонаторы, электродетонаторы и зажигательные трубки, как указано в приложении 6;

— в наружные заряды капсюли-детонаторы и электродетонаторы вставляются после укрепления зарядов на подрываемых предметах и только непосредственно перед производством взрыва;

— запрещается производить работы с ВВ и средствами взрывания в жилых помещениях, курить, разводить огонь и зажигать костры ближе 100 *м* от места выполнения работ;

— при подрывании тех или иных предметов наружными зарядами отходить на безопасные расстояния в ту сторону, с которой расположены заряды;

— при производстве взрывов в туннелях, шахтах, котлованах и т. п. входить в них можно только после тщательного проветривания или принудительного продувания;

— к отказавшим (невзорвавшимся) зарядам подходить не более чем одному человеку и только по истечении определенного промежутка времени, установленного ст. 392—394;

— при уходе с места работ все почему-либо неизрасходованные ВВ и средства взрывания должны быть сданы на полевой расходный склад; средства, не пригодные для дальнейшего использования, уничтожаются на месте работ.

390. При производстве подрывных работ в условиях возможного применения ядерного оружия должны выполняться следующие дополнительные меры предосторожности:

— полевые расходные склады ВВ и средства взрывания должны располагаться в лощинах, оврагах, траншеях или щелях;

— личный состав подразделений подрывников должен быть обеспечен укрытиями и индивидуальными средствами защиты для работ на радиоактивно зараженной местности;

— ВВ и средства взрывания, поврежденные или разбросанные в результате воздействия ядерного взрыва, подлежат уничтожению.

391. При производстве подрывных работ на местно-

сти, зараженной радиоактивными или химическими веществами, необходимо:

— вести непрерывную радиационную разведку и следить за дозой облучения личного состава подразделений;

— все работы производить в индивидуальных средствах защиты;

— не садиться и не ложиться на землю, не брать в руки посторонние предметы и не прикасаться к ним, не пить и не принимать пищу;

— не прикасаться зараженными руками (защитными перчатками) к обнаженным участкам тела;

— при отрывке колодцев (шурфов) вначале снимать верхний зараженный слой грунта и осторожно, не распыляя, отбрасывать его в подветренную сторону; затем, по указанию руководителя работ, продолжать отрывку обычным порядком;

— склады ВВ, средств взрывания и другого имущества по возможности располагать за пределами зараженной зоны.

392. При огневом способе взрывания необходимо:

— получив огнепроводный шнур, в соответствии с указаниями ст. 51 убедиться в нормальной скорости его горения;

— время горения зажигательных трубок заводского изготовления (ЗТП) определять* по укрепленным на них муфточкам с цифрами;

— вести строгий учет зажигательных трубок и капсюлей-детонаторов и выдавать их только перед установкой в заряды;

— вести счет взрывающихся зарядов, чтобы проверить, не было ли отказов;

— к отказавшим зарядам подходить не ранее чем по истечении 15 минут с того момента, когда по расчету должен был бы произойти взрыв; при подходе к отказавшим зарядам наблюдать, нет ли признаков горения шнура или самих зарядов;

— при взрывании зарядов зажигательными трубками количество подрывников для их воспламенения определять в зависимости от расстояний между зарядами, ди-

---

* При этом иметь в виду: ЗТП-300, в отличие от ЗТП-50 и ЗТП-150, изготовляются из огнепроводного шнура (голубого или белого цвета) со скоростью горения 0,33 *см/сек.*

станции отхода и времени горения зажигательных трубок; одному человеку воспламенять более пяти трубок не разрешается;

— перед воспламенением зажигательных трубок подавать команду (сигнал) «Приготовиться», по которой подрывники становятся у зарядов и приготовляются к воспламенению;

— воспламенение производить по команде (сигналу) «Огонь» или по особым указаниям руководителя работ (старшего);

— отход после воспламенения производить по команде (сигналу) «Отходи» (остающийся срок горения шнура должен обеспечить отход всех подрывников в укрытие или на безопасное расстояние); отходить по этой команде (сигналу) должны все подрывники, в том числе и не успевшие воспламенить трубки;

— момент подачи команды (сигнала) «Отходи» руководитель работ определяет по часам или по окончанию горения контрольного отрезка огнепроводного шнура, поджигаемого им одновременно с подачей команды (сигнала) «Огонь»; контрольный отрезок огнепроводного шнура делать короче зажигательных трубок на столько сантиметров, сколько секунд требуется для отхода подрывников на безопасное расстояние или в укрытие;

— подрывникам, воспламеняющим зажигательные трубки индивидуально (не в составе расчета), убедившись в горении трубки, отходить самостоятельно, не ожидая команды (сигнала);

— загасший (не догоревший до конца) огнепроводный шнур вторично не поджигать.

393. При работе с детонирующим шнуром должны выполняться следующие меры предосторожности:

— во время подготовительных работ шнур должен находиться в тени;

— сети детонирующего шнура, подвергшиеся длительному действию солнечных лучей, не могут использоваться вторично и подлежат уничтожению;

— если заряды, соединенные детонирующим шнуром, дали отказ, подходить к ним разрешается только одному человеку и не ранее чем по истечении 15 минут; при подходе к отказавшим зарядам необходимо проверять отсутствие признаков горения детонирующего

шнура и самих зарядов; при наличии таких признаков подходить к зарядам запрещается;

— при взрывании групп зарядов, соединенных детонирующим шнуром, проверку результатов взрыва производить только одному человеку;

— прокладка сетей детонирующего шнура на подрываемых объектах должна производиться с учетом обеспечения защиты шнура от светового действия ядерного взрыва.

394. При электрическом способе взрывания необходимо:

— электродетонаторы в открытые заряды вставлять только непосредственно перед производством взрыва по приказанию руководителя работ (старшего); при этом лиц, не связанных с выполнением указанной операции, от зарядов удалять на безопасное расстояние (в укрытие);

— до окончания работ по установке электродетонаторов в заряды и отхода людей на безопасное расстояние (в укрытие) источник тока к магистральным проводам не подключать;

— при устройстве электровзрывных сетей предусматривать меры защиты их от действия грозовых разрядов согласно указаниям ст. 124—129;

— перед грозой участковые провода отсоединять от магистральных, концы участковых проводов разводить в стороны и тщательно изолировать;

— не располагать провода электровзрывных сетей ближе 200 *м* от электрических станций, подстанций, высоковольтных линий, электрифицированных железных дорог и мощных радиостанций;

— приводные ручки (ключи) от подрывных машинок, а также источники тока (подрывные машинки, батареи и т. п.) содержать под охраной часового и выдавать подрывникам лишь непосредственно перед взрывом по приказанию руководителя работ (старшего);

— перед подключением омметра к сети для проверки последней предварительно убедиться в его исправности соответственно указаниям ст. 101;

— проверку электровзрывных сетей омметром производить только после удаления всех людей от мест расположения зарядов;

— концы магистральных проводов на станции держать изолированными с подвязанными к ним бирками, обозначающими, от какой группы зарядов идут те или иные провода;

— в условиях возможного применения ядерного оружия магистральные провода электровзрывных сетей зарывать в грунт на глубину не менее 15—20 *см*; участковые провода располагать укрыто за элементами подрываемых сооружений и надежно крепить их к этим элементам;

— перед производством взрыва, после отвода всех подрывников на безопасное расстояние или в укрытие, подавать команду (сигнал) «Приготовиться»; по этой команде на подрывной станции освобождаются от изоляции и присоединяются к подрывной машинке (источнику тока) концы магистральных проводов; подрывная машинка заряжается (заводится);

— после проверки выполнения предыдущей команды подавать команду (сигнал) «Огонь», по которой нажатием кнопки «Взрыв» (поворотом ключа, замыканием контакта) производится включение подрывной машинки (источника тока) в электровзрывную сеть;

— при производстве групповых взрывов электрическим способом проверку результатов взрыва производить одному человеку:

— при отказе отключить концы магистральных проводов от подрывной машинки (источника тока), изолировать их и развести в стороны, сдать под охрану ручку (ключ) от машинки и после этого выяснить причины отказа; подходить к отказавшим зарядам разрешается не ранее чем через 5 минут;

— при производстве работ с электродетонаторами замедленного действия к отказавшим зарядам можно подходить не ранее чем через 15 минут с момента, когда по расчету должен был бы произойти взрыв.

395. При подрывании мостов необходимо:

— подрывные станции оборудовать в укрытиях (ст. 7) или на безопасных расстояниях от мостов;

— до окончания всех подготовительных работ и до прекращения движения по мосту электродетонаторы в заряды не вставлять, а подвязывать их на рас-

стоянии не менее 0,5 *м* от зарядов укрыто за элементами моста;

— вставлять электродетонаторы в заряды только по личному приказанию командира, руководящего подготовкой моста к подрыванию (руководителя работ);

— сети детонирующего шнура прокладывать таким образом, чтобы в случае артиллерийского обстрела или бомбардировки с воздуха взрыв шнура не повлек за собой подрыва моста; с этой целью капсюли-детонаторы, надетые на концы отрезков детонирующего шнура, в заряды заблаговременно не вставлять; детонирующий шнур подвязывать не ближе 0,5 *м* от зарядов укрыто за элементами моста;

— при подготовке мостов к подрыванию в условиях применения ядерного оружия электродетонаторы и капсюли-детонаторы до того, как вставлять их в заряды, помещать в защитные деревянные колодочки с гнездами диаметром 10 *мм*.

396. При подрывании грунтов и скальных пород необходимо:

— магистральные провода подводить к группам зарядов с необходимой слабиной во избежание выдергивания электродетонаторов при подсоединении участковых проводов;

— при засыпке колодцев (шурфов) сначала бросать мягкий грунт на стенку колодца, наиболее удаленную от заряда, до тех пор, пока заряд не покроется естественно сползающим грунтом на 20—30 *см*; лишь после этого производить утрамбовку грунта и дальнейшую засыпку колодца по всему сечению; при большой глубине колодцев начальная засыпка зарядов мягким грунтом производится при помощи воротов, журавлей и т. п.;

— места уложенных в грунт и засыпанных зарядов отмечать на местности какими-либо знаками, значение которых должно быть известно всему личному составу, участвующему в подрывных работах;

— учитывать, что при сильном ветре дальность разлета комьев грунта в направлении ветра увеличивается (см. ст. 162);

— не занимать сразу после взрывов образовавшиеся воронки, так как в них в течение некоторого времени обычно удерживаются ядовитые газы;

— при заряжании шпуров и скважин производить их тщательную прочистку, прежде чем вводить в них заряды;

— заряды досылать в шпуры и скважины деревянными прибойниками (на конце прибойника допускается медная или алюминиевая насадка) или опускать их при помощи шпагата, проволоки и т. п.; подвешивать заряды на огнепроводном шнуре или на проводах электродетонаторов запрещается;

— заряжание котловых шпуров производить не ранее чем через 30 минут после их прострела; осмотр котловых шпуров и шпуров, образованных взрывом кумулятивных зарядов, можно производить через 5 минут после взрыва (прострела); при осмотре применять подсветку шпуров открытым огнем запрещается.

397. При уничтожении или при извлечении невзорвавшихся зарядов, заложенных в шпурах, скважинах, колодцах, камерах, необходимо:

— заряды, расположенные в шпурах или скважинах, взрывать зарядами, располагаемыми в других шпурах, выделанных рядом, на расстоянии 20—30 *см*, или вымывать водой (при порошкообразных ВВ, помещенных в шпуры без оболочек); производить выбуривание или извлечение зарядов из шпуров (скважин), вытаскивать из них электродетонаторы и зажигательные трубки запрещается;

— заряды, расположенные в камерах и колодцах, извлекать путем подхода к ним вдоль стенок, противоположных тем, по которым проложены провода электродетонаторов или детонирующий и огнепроводный шнуры; при удалении забивки (грунта, кладки и т. п.) выбирать ее осторожно, тонкими слоями, следя за тем, чтобы инструмент не мог ударить по заряду, и особенно по капсюлю-детонатору или электродетонатору; при разборке вынимать ВВ отдельными шашками, провода электродетонаторов при этом не натягивать.

398. При подрывании сооружений и оборудования электростанций (подстанций) необходимо соблюдать следующие меры предосторожности, исключающие возможность поражения подрывников электрическим током:

— все подготовляемое к подрыванию оборудование отключать (если позволяет обстановка) от питающей сети;

— при выделке зарядных устройств в строительных конструкциях или в грунте не допускать их совпадения с местами расположения скрытых кабельных линий;

— весь личный состав подразделений должен работать в резиновых сапогах и перчатках;

— весь применяемый для выполнения работ инструмент должен иметь изолированные рукоятки;

— во всех случаях, когда это возможно, привлекать для консультации и выполнения отдельных работ специалистов из обслуживающего персонала.

399. При подрывании боеприпасов соблюдать, дополнительно к указанным в ст. 357, следующие меры предосторожности:

— работы по уничтожению невзорвавшихся боеприпасов производить в строго установленное время, оповещая об этом расположенные поблизости воинские части и местное население;

— по окончании работ производить тщательный осмотр мест подрыва с целью выявления невзорвавшихся (не полностью взорвавшихся) боеприпасов или их элементов, содержащих ВВ;

— зажигать ВВ в не полностью взорвавшихся боеприпасах или производить выплавку ВВ из них запрещается.

400. При подрывании льда необходимо:

— для предотвращения всплывания зарядов из-подо льда привязывать к ним грузы (камни, мешки с песком и т. п.);

— применяемые для подрывания льда в заторах укороченные зажигательные трубки короче 15 *см* не делать;

— учитывать, что при сильном ветре дальность разлета осколков льда в направлении ветра увеличивается по сравнению с указанной в ст. 389 на 40—50%;

— в остальном руководствоваться указаниями гл. XIII.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И СПОСОБЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Чувствительность ВВ к внешним воздействиям

Чувствительностью ВВ называется большая или меньшая способность их к взрывчатому превращению под влиянием внешних воздействий. Ее принято характеризовать минимальным количеством энергии, которое необходимо затратить для того, чтобы возбудить процесс взрывчатого превращения.

Наибольший практический интерес представляет чувствительность ВВ к удару. Определение чувствительности ВВ к удару производится при помощи приборов, называемых копрами. Испытание заключается в том, что на навеску ВВ, положенную на металлическую наковальню, сбрасывают с определенной высоты груз.

Чувствительность инициирующих ВВ характеризуют так называемыми верхним и нижним пределами.

Нижним пределом чувствительности называется та максимальная высота сбрасывания данного груза, при которой из ряда испытаний не получается ни одного взрыва (0% взрывов).

Верхним пределом чувствительности называется та минимальная высота сбрасывания того же груза, при которой каждое испытание оканчивается взрывом (100% взрывов).

Нижний предел чувствительности характеризует безопасность инициирующих веществ, верхний — безотказность их действия от данного вида начального импульса.

Чувствительность бризантных ВВ обычно характеризуют процентом взрывов, полученных из 25 испытаний при сбрасывании груза 10 *кг* с высоты 25 *см*.

Энергия (теплота) взрывчатого превращения ВВ

Под энергией (теплотой) взрывчатого превращения понимают количество тепла, которое выделяется при взрыве 1 *кг* взрывчатого вещества.

Энергия взрывчатого превращения, обычно выражаемая в *ккал/кг*, рассчитывается теоретически на основе реакций взрывчатого превращения ВВ или определяется опытным путем.

Опытное определение энергии взрывчатого превращения производится при помощи специальной калориметрической установки,

внутри которой взрывается (сжигается) определенное количество испытуемого ВВ. В результате взрыва установка нагревается до некоторой температуры, фиксируемой специальным термометром. По разности температур калориметрической установки с учетом ее массы и теплоемкости, а также веса испытуемого ВВ вычисляют энергию его взрывчатого превращения.

Скорость детонации ВВ

Определение скорости детонации (см. ст. 15) производится различными методами. Наиболее простой метод основан на сравнении известной скорости детонации детонирующего шнура со скоростью детонации испытуемого заряда (метод Дотриша) *.

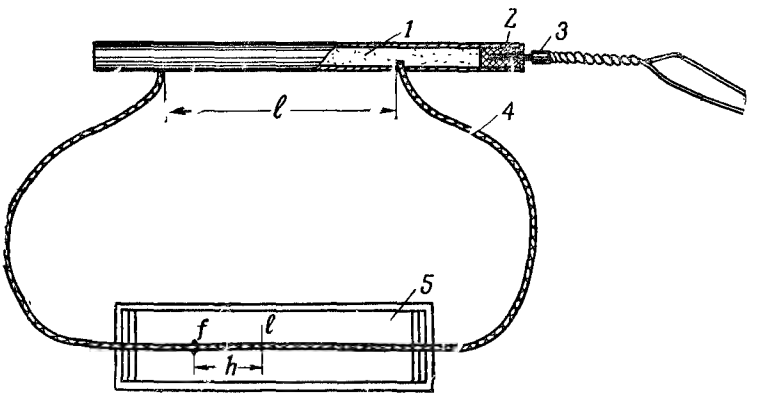


Рис. 249. Определение скорости детонации ВВ:
1 — заряд испытуемого ВВ; *2* — тетриловая шашка; *3* — электродетонатор; *4* — детонирующий шнур; *5* — свинцовая пластина

Заряд испытуемого ВВ длиной 30—40 *см* (рис. 249) помещается в трубу, через боковую поверхность которой на строго определенном расстоянии один от другого вставляют концы отрезка детонирующего шнура. Средний участок шнура укладывают на свинцовую пластину. На пластине в месте, соответствующем середине шнура, делают риску.

Заряд ВВ взрывают с торца электродетонатором; детонационная волна, распространяясь вдоль заряда, вызывает детонацию сначала в одной, а затем в другой ветви детонирующего шнура. В месте встречи детонационных волн, проходящих по шнуру, на свинцовой пластине получается характерная отметка (углубление) *f*, отстоящая на расстоянии *h* от риски *e*.

---

* По этому методу скорость детонации определяется с точностью до 3—5%. Более точные методы ввиду их сложности здесь не излагаются.

Скорость детонации заряда определяется по формуле

$$D = \frac{lD_ш}{2h}, \qquad (68)$$

где D — скорость детонации испытуемого заряда;
$D_ш$ — скорость детонации детонирующего шнура;
l — расстояние между концами детонирующего шнура в испытуемом заряде;
h — расстояние между риской и отметкой на свинцовой пластине.

Бризантность ВВ

Под бризантностью понимают способность ВВ дробить при взрыве соприкасающиеся с ним предметы (металл, горные породы и пр.).

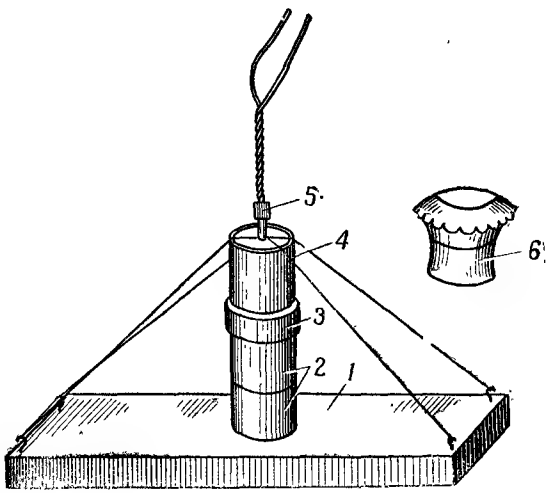


Рис. 250. Определение бризантности ВВ:
1 — стальная плита; *2* — свинцовые столбики (цилиндрики); *3* — стальная пластина; *4* — заряд испытуемого ВВ в бумажном патроне; *5* — электродетонатор; *6* — обжатые столбики

Бризантность ВВ зависит от скорости его детонации: чем больше скорость детонации, тем больше (при прочих равных условиях) бризантность данного ВВ.

Мерой практической оценки бризантности условно принято считать величину обжатия свинцовых столбиков под действием взрыва определенной навески испытуемого ВВ (проба Гесса).

Определение бризантности по обжатию свинцовых столбиков производят следующим образом.

Заряд испытуемого ВВ весом 50 *г* в порошкообразном состоянии

помещают в цилиндрический бумажный патрон диаметром 40 *мм* и доводят его плотность до 1 *г/см*^{3} с одновременным образованием гнезда под электродетонатор. На патрон кладут картонный кружок с отверстием в центре для установки электродетонатора. Патрон устанавливают на стальную пластину, которая укладывается на два свинцовых столбика высотой 30 *мм* и диаметром 40 *мм* каждый (рис. 250).

После установки патрона и крепления всей системы на массивной плите производят взрыв, в результате которого свинцовые столбики деформируются. Величиной обжатия (уменьшением высоты свинцовых столбиков), выраженной в миллиметрах, и определяется бризантность испытуемого ВВ.

Фугасность ВВ

Фугасность (работоспособность) ВВ характеризуется разрушением и выбросом материала той или иной твердой среды (чаще всего

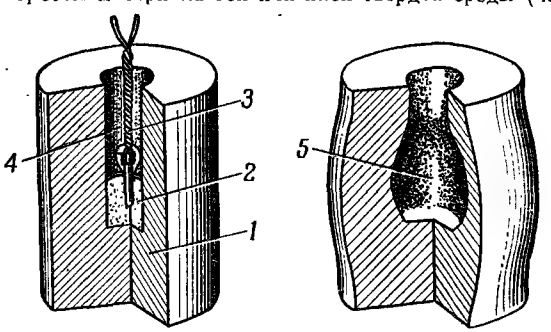


Рис. 251. Определение фугасности (работоспособности) ВВ:

1 — свинцовая бомба; *2* — заряд испытуемого ВВ; *3* — электродетонатор; *4* — песок; *5* — свинцовая бомба после взрыва заряда

грунта), в которой происходит взрыв. Мерой фугасности служит объем воронки выброса, отнесенный к весу заряда испытуемого ВВ.

Мерой практической оценки фугасности условно считают увеличение объема канала свинцовой бомбы под действием взрыва определенной навески испытуемого образца ВВ (проба Трауцля). Определение фугасности по указанной пробе производится следующим образом.

Заряд испытуемого ВВ весом 10 *г* в порошкообразном состоянии помещают в канале массивной свинцовой бомбы (рис. 251), засыпают песком и взрывают при помощи электродетонатора. При взрыве канал бомбы расширяется, и по увеличению его объема, выраженного в кубических сантиметрах (миллилитрах), судят о фугасности испытуемого ВВ.

Числовые значения перечисленных характеристик, относящиеся к основным ВВ, применяемым в военном деле, приведены в табл. 42.

Таблица 42

Числовые значения основных характеристик некоторых ВВ

Наименование ВВ	Плотность, $г/см^3$	Температура плавления, °С	Температура вспышки, °С	Чувствительность к удару			Энергия взрывчатого превращения, *ккал/кг*	Скорость детонации, *м/сек*	Бризантность, *мм*	Фугасность, $см^3$ (*мл*)
				высота сбрасывания груза, *см*	вес груза, *кг*	% взрывов				
Гремучая ртуть	4,42	—	170—180	8,5 / 5,5*	0,690	—	400	4850	—	—
Азид свинца	4,7	—	325—340	23 / 7*	0,975	—	370	4800	—	—
Тенерес	3,08	—	270—280	18,2 / 12,5*	0,600	—	83	5000	—	—
Тэн	1,77	141	205—215	25	10	100	1360	8400	24	500
Гексоген	1,8	202	215—230	25	10	70—80	1290	8380	24	490
Тетрил	1,78	129,5	190—194	25	10	50—60	1090	7700	19	390
Тротил	1,66	81	295—300	25	10	4—8	1010	6990	13	285
Пикриновая кислота	1,81	122,5	300—310	25	10	24—32	980	7200	16	335
Пластит-4	1,42	—	200—210	25	10	12—16	910	7000	21	280
Динитронафталин	1,5	150	—	25	10	0	—	—	—	80
Аммонит 80/20	—	—	—	25	10	20—30	950	5300	13	350

* Числитель — верхний, знаменатель — нижний пределы чувствительности.

СВЕДЕНИЯ О ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

По условиям применения ВВ делятся на три группы:

— группа 1 — ВВ, рекомендуемые к применению на взрывных работах под землей, кроме шахт, опасных по газу и пыли, а также для открытых работ шпуровым способом:

— группа 2 — ВВ, рекомендуемые к применению в крупных зарядах на открытых работах (заряжание скважин, котлов, камер);

— группа 3 — ВВ, рекомендуемые для шахт, опасных по газу и пыли.

Наиболее широкое применение имеют аммиачноселитренные и нитроглицериновые ВВ. Последние, в свою очередь, делятся на две группы:

— высокопроцентные (с содержанием нитроглицерина 35% и более); ВВ данной группы носят название динамитов; выпускаются труднозамерзающие и обыкиовенные динамиты; температура замерзания обыкновенных динамитов — около +8°, труднозамерзающих — около —20°;

— низкопроцентные (с содержанием нитроглицерина до 15%); к этой группе относятся победиты, детониты; главной их составной частью является аммиачная селитра.

Нитроглицериновые ВВ выпускаются в патронированном виде. Обычный диаметр патронов 31—32 *мм*, вес 150 и 200 *г*.

При работе с ВВ, содержащими нитроглицерин, необходимо учитывать низкую их стойкость, опасность в обращении, связанную с высокой чувствительностью, и вредное физиологическое действие на человека. При замерзаиии динамиты становятся весьма опасными в обращении. Поэтому с замерзшими и полузамерзшими динамитами следует обращаться осторожно: их нельзя сверлить, резать, ломать, бросать и т. д. В целях обеспечеиия безопасиости в обращении замерзшие динамиты подвергаются оттаиванию.

К аммиачноселитреииым ВВ, применяемым в народном хозяйстве, относятся аммиачная селитра (в чистом виде), аммониты, динамоны и игданиты.

Наиболее широкое применение имеют аммониты, в которых содержится от 50 до 90% аммиачной селитры и, как правило, имеются добавки бризантных ВВ.

Динамоны представляют собой смеси аммиачной селитры с невзрывчатыми горючими твердыми добавками (мука из сосновой коры, торф, жмых и др.).

Игданиты представляют собой гранулированную аммиачную селитру, пропитанную жидкими горючими добавками (нефть, дизельное топливо и т. п.) в количестве до 6% от веса селитры. Пропитка селитры горючим производится иа месте взрывиых работ.

Аммониты выпускаются в патронированном виде (для подземных работ) и россыпью в бумажных мешках или деревянных ящиках весом до 40 *кг* (для открытых работ). Патроны имеют диаметр 23—60 *мм* и вес 100—1500 *г*. Патроиы укладываются в пачки, а пачки помещают в деревяиные нли металлические ящики.

Отдельные виды аммонитов (В-3 и № 6) выпускаются в виде шнекованных зарядов диаметром 150—310 *мм* с плотностью 1,30—1,35 *г/см*³.

В зависимости от условий применения установлены следующие различия в цвете оболочки патронов:

— для открытых работ — белый;

— для подземных работ (безопасных по газу и пыли) — красный;

— для предохранительных ВВ по углю — желтый;

— для предохранительных ВВ, предназначенных для работ только в шахтах — синий.

Кроме аммонитов и нитроглицериновых ВВ в народном хозяйстве применяются тротил в гранулированном виде (гранулотол), и гранулированный тротил с алюминием (алюматол).

Для инициирования зарядов из гранулированных ВВ применяются прессованные тротиловые шашки. Гранулированные ВВ выпускаются промышленностью в бумажных мешках.

Основные характеристики отдельных видов ВВ, применяемых в народном хозяйстве, приведены в табл. 43.

Таблица 43

Осиовные характеристики ВВ, применяемых в народном хозяйстве

Наименование ВВ	Энергия взрывчатого превращения, *ккал/кг*	Скорость детонации, *м/сек*	Бризантность, *мм*	Фугасность, *см*³	Чувствительность, % взрывов	Плотность, *г/см*³ при укладке в заряды	Плотность, *г/см*³ в патронах
Для взрывных работ под землей, кроме шахт, опасных по газу и пыли, а также для открытых работ шпуровым способом							
62% труднозамерзающий динамит	1274	6500	15—18	360—400	100	—	1,4—1,5
Детонит 10 А	1200	5300	17—20	425—450	32—84	—	1,0—1,3
Аммонит скальный № 1	1292	6250	23—27	450—480	70—90	—	1,4—1,53
Аммонал водоустойчивый	1180	4250	16—19	400—430	12—40	—	0,95—1,1
Аммоинт 6 ЖВ	1030	4000	14—16	360—380	12—32	—	1,0—1,2
Для открытых работ							
Аммонит В-3	1000	4000	14—16	360—380	12—32	1,1	—
Зерногранулит 80/20	1000	3500	—	350—370	—	1,1	—
Игданит	904	2200	—	320—330	—	0,9	—
Гранулотол	1010	6700	13	285	4—8	1,0	—
Алюматол	1723	6000	—	420—430	24—50	1,0	—
Для работ в шахтах и рудниках, опасных по газу и пыли							
Аммонит ПЖВ-20	813	3750	13—14	265—280	12—32	—	1,05—1,2
Победит ВП-4	923	4000	14—18	320—340	12—32	—	1,1—1,25
Аммонит АП-4-ЖВ	864	4000	13—14	285—300	12—32	—	1,0—1,15

СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРАХ МГНОВЕННОГО И ЗАМЕДЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В народном хозяйстве применяются электродетонаторы с нихромовым мостиком ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж. Характеристики этих электродетонаторов приведены в табл. 44.

Таблица 44

Характеристики электродетонаторов, применяемых в народном хозяйстве

Наименование характеристик	Типы электродетонаторов	
	ЭД-8-Э	ЭД-8-Ж
Сопротивление в холодном состоянии, *ом*	1,6—4,2	2,9—9,5
Безопасный ток, *а*	0,18	0,18
Минимальный воспламеняющий ток, *а*	0,4	0,4
Минимальный расчетный ток, *а*:		
для взрывания одиночных электродетонаторов . . .	0,5	0,5
для взрывания последовательно соединенных детонаторов	1,0	1,0

На основе электродетонаторов ЭД-8-Э и ЭД-8-Ж изготовляются электродетонаторы замедлениого и короткозамедленного действия.

В электродетонаторах замедленного действия (рис. 252, *а*) между воспламенительным составом мостика и чашечкой капсюля-детонатора помещается гильзовый замедлитель, содержащий столбик специального горючего состава. Чем длиниее этот столбик, тем больше замедление электродетонатора. Электродетонаторы замедленного действия выпускаются на 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 и 10,0 секунд замедления и обозначаются прикрепленными к выводным проводам бирками с номерами от 7 до 15.

В электродетонаторах короткозамедленного действия (рис. 252, *б*) замедлители, состоящие из различных горючих составов, запрессовываются в чашечку капсюля-детонатора и составляют одно целое с зарядом инициирующего ВВ. Электродетонаторы короткозамедленного действия имеют замедления 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15 и 0,25 секунды и обозначаются соответствующими бирками.

Электродетоиаторы замедлеииого и короткозамедлеииого действия применяются в тех случаях, когда одиократиым включением источника тока иеобходнмо пронзвести ие одиовремеиное взрываине

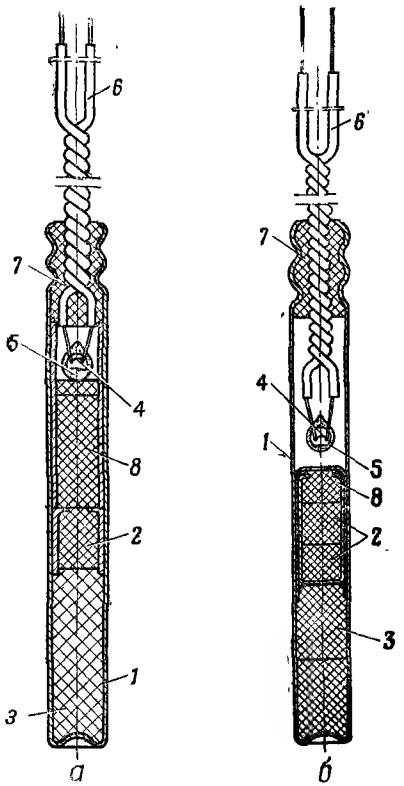


Рис. 252. Электродетонаторы, примеияемые в иародиом хозяйстве:

а — замедленного действия; *б* — короткозамедленного действия; *1* — гильза; *2* — заряд иниципрующего ВВ; *3* — заряд ВВ повышенной мощности; *4* — нихромовый мостик; *5* — воспламенительный состав; *6* — провода; *7* — пластикатовая пробка; *8* — гильзовый замедлитель

всех зарядов, а последовательиое взрываиие их одиого за другим (иапрнмер, при подрываини груитов на выброс, при разработке скальиых пород с целью получеиия строительиых материалов и т. п.).

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО УКУПОРКЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И СРЕДСТВ ВЗРЫВАНИЯ

№ по пор.	Наименование изделий	Наружные размеры укупорочного ящика, *мм*	Вес ящика с изделиями, *кг*	Количество изделий в ящике, *шт.*	Количество металлических коробок в ящике и изделий в коробке, *шт.*	Примечание
1	Капсюль-детонатор № 8-А	485×415×220	24	4000	2×2000	В металлической коробке 100 шт.; 5 таких коробок уложены в картонную коробку, которые по 4 шт. уложены в металлические коробки
	То же	470×270×170	17,2	1000	2×500	В картонной коробке 25 шт. В металлической коробке 20 картонных коробок
2	Электровоспламенитель	530×500×200	23	500	2×250	В металлической коробке 10 картонных коробок по 25 шт. в каждой
3	Электродетонаторы: ЭДП ЭДП-р	470×270×160	14	160 40	2×100	В металлической коробке 2 картонные коробки с ЭДП по 40 шт. в каждой и 1 коробка с 20 шт. ЭДП-р

Продолжение

№ по пор.	Наименование изделий	Наружные размеры укупорочного ящика, *мм*	Вес ящика с изделиями, *кг*	Количество изделий в ящике, шт.	Количество металлических коробок в ящике и изделий в коробке, шт.	Примечание
4	Огнепроводный шнур ОШДА	610×515×385	45	1000 *м*	4×250	В пачке 25 кругов по 10 *м* в каждом
5	Детонирующий шнур ДШБ и ДШВ	580×500×305	32	500 *м*	2×250	В металлической банке 5 бухт по 50 *м* в каждой
6	Детонирующее устройство МТТ	660×560×220	21	40	2×20	
7	Зажигательная трубка с механическим воспламенителем	560×490×170	20	120	4×30	В металлической коробке 20 шт. ЗТП-50 и 10 шт. ЗТП-150 или 30 шт. ЗТП-300
8	Зажигательная трубка с терочиым воспламенителем	560×490×170	20	80	4×20	В металлической коробке 10 шт. ЗТП-50 и 5 шт. ЗТП-150 или 15 шт. ЗТП-300
9	Шашки тротиловые 75-*г*	490×350×250	26	18,75 *кг*		В ящике 250 шашек
10	Шашки тротиловые 200-*г*	490×350×250	32	25 *кг*		
11	Шашки тротиловые 400-*г*	490×350×250	32	25 *кг*		
12	Шашки тротиловые 200/400-*г*	490×350×250	32	25 *кг*		В ящике 30 больших и 65 малых шашек

Продолжение

№ по пор.	Наименование изделий	Наружные размеры укупорочного ящика, *мм*	Вес ящика с изделиями, *кг*	Количество изделий в ящике, шт.	Количество металлических коробок в ящике и изделий в коробке, шт.	Примечание
13	Пластит-4	615×335×225	40	32 *кг*		
14	Аммонитовые брикеты	675×350×260	44	24 *кг*		
15	Заряд СЗ-1	670×290×235	30	16		
16	Заряд СЗ-3	670×290×235	33	6		
17	Заряд СЗ-3а	590×460×230	48	10		
18	Заряд СЗ-6	590×460×230	48	5		
19	Заряд СЗ-6м	1370×530×190	56	5		
20	Кумулятивный заряд КЗ-2	400×400×300	20	1		
21	Кумулятивный заряд КЗУ	654×517×295	49,6	2	—	В ящике имеется ключ для вывинчивания пробок и 3 *м* тесьмы
22	Спички подрывника	425×340×155	12	1440	2×720	В металлической коробке 36 коробок со спичками по 20 шт. в каждой

НОРМЫ ПОГРУЗКИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

№ по пор.	Наименование изделий	Единица измерения	Количество изделий в ящике	Вес брутто одного ящика, кг	ГАЗ-63			
					шоссе		грунтовая дорога	
					количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг
1	Капсюли-детонаторы № 8-А	шт.	4000	24	90	2160	60	1440
	То же	„	1000	17	118	2006	90	1530
2	Электровоспламенители	„	500	23	80	1840	60	1380
3	Электродетонаторы ЭДП и ЭДП-р	„	200	14	118	1652	110	1540
4	Огнепроводный шнур	м	1000	45	32	1440	32	1440
5	Детонирующий шнур	„	500	32	60	1920	40	1280
6	Детонирующее устройство МТТ	шт.	40	21	64	1344	64	1344
7	Зажигательные трубки:							
	с механическим воспламеинтелем	„	120	20	100	2000	75	1500
	с терочным воспламеинтелем	„	80	20	100	200	75	1500
8	Шашки тротиловые по 75 г	кг	18,75	26	80	2080	60	1560

И СРЕДСТВ ВЗРЫВАНИЯ НА АВТОМОБИЛИ

ГАЗ-51				ЗИЛ-151				ЗИЛ-150				МАЗ-200			
шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога	
количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг
90	2160	60	1440	160	3840	104	2496	105	2520	105	2520	162	3888	162	3888
								140	3360	140	3360	216	5184	216	5184
144	2448	118	2000	265	4500	147	2500	168	2856	168	2856	324	5500	294	5000
								224	3800	200	3400	405	6885		
60	1380	60	1340	112	2576	112	2576	84	1932	84	1932	120	2760	120	2760
80	1840	80	1840					112	2576	112	2576	160	3680	160	3680
144	2016	144	2016	280	3920	180	2520	168	2352	168	2352	324	4536	324	4536
								224	3136	224	3136	405	5670		
32	1440	32	1440	60	2700	50	2250	40	1800	40	1800	70	3150	70	3150
48	2160	48	2160					60	2700	60	2700	105	4725	105	4725
40	1280	40	1280	72	2304	72	2304	48	1536	48	1536	70	2240	70	2240
60	1920	60	1920					72	2304	72	2304	105	3360	105	3360
48	1008	48	1008	80	1680	80	1680	60	1260	60	1260	84	1764	84	1764
64	1344	64	1344					80	1680	80	1680	112	2352	112	2352
60	1200	60	1200	120	2400	120	2400	72	1440	72	1440	160	3200	160	3200
80	1600	80	1600					96	1920	96	1920	200	4000	200	4000
60	1200	60	1200	120	2400	120	2400	72	1440	72	1440	160	3200	160	3200
80	1600	80	1600					96	1920	96	1920	200	4000	200	4000
64	1644	64	1644	150	3900	1000	2600	126	3276	120	3120	180	4680	180	4680
100	2600	80	2080					150	3900			234	6084		

№ по пор.	Наименование изделий	Единица измерения	Количество изделий в ящике	Вес брутто одного ящика, *кг*	ГАЗ-63			
					шоссе		грунтовая дорога	
					количество мест	вес брутто, *кг*	количество мест	вес брутто, *кг*
9	Шашки тротиловые по 200, 400 и 200/400 *г*	*кг*	25	32	63	2016	47	1504
10	Пластит-4	„	32	40	50	2000	38	1520
11	Аммонитовые брикеты	„	24	44	45	1980	34	1496
12	Заряды СЗ-1	шт.	16	30	66	1980	50	1500
13	Заряды СЗ-3	„	6	33	56	1848	45	1485
14	Заряды СЗ-3а	„	10	48	40	1920	30	1440
15	Заряды СЗ-6	„	5	48	40	1920	30	1440
16	Заряды СЗ-6м	„	5	56	32	1792	24	1344
17	Кумулятивный заряд КЗ-2	„	1	20	80	1600	74	1480

Примечание. Числитель — автомобиль с нормальными борта

Продолжение

ГАЗ-51				ЗИЛ-151				ЗИЛ-150				МАЗ-200			
шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога		шоссе		грунтовая дорога	
количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг	количество мест	вес брутто, кг
64 78	2048 2496	63	2016	140	4480	78	2496	125	4000	94	3008	180 219	5760 7008	156	4992
48	1920	48	1920	110	4400	60	2400	60 90	2400 3600	60 90	2400 3600	168	6720	125	5000
56	2464	45	1980	102	4488	56	2464	91	4004	68	2992	169	7040	112	4928
56 84	1680 2520	56	1680	144	4320	80	2400	96 130	2880 3900	96 115	2880 3450	144 192	4320 5760	144	4320
56 75	1848 2475	56	1848	135	4455	75	2475	96	3168	96	3168	144 192	4752 6336	144	4752
40	1920	40	1920	90	4320	50	2400	60 80	2880 3840	60	2880	70 105	3360 5040	70	3360
40	1920	40	1920	90	4320	50	2400	60 80	2880 3840	60	2880	70 105	3360 5040	70	3360
40	2240	32	1792	40	2240	40	2240	24 32	1344 1792	24 32	1344 1792	45 60	2520 3160	45 60	2520 3160
70 80	1400 1600	70 80	1400 1600	110	2200	110	2200	80 115	1600 2300	80 115	1600 2300	132 192	2640 3840	132 192	2640 3840

ми. Знаменатель — автомобиль с наращенными бортами.

ПРАВИЛА ПЕРЕВОЗКИ, ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И СРЕДСТВ ВЗРЫВАНИЯ

Перевозка ВВ и средств взрывания

При всех видах перевозок ВВ и средств взрывания должны строго выполняться следующие общие требования:

— ВВ и средства взрывания должны перевозиться плотно уложенными в исправной укупорке при правильном размещении и тщательном закреплении ее на транспортных средствах;

— перевозку ВВ и средств взрывания разрешается производить только на вполне исправных транспортных средствах без превышения норм грузоподъемности;

— высота укладки ящиков с ВВ и средствами взрывания в кузове автомобиля (прицепа) должна быть такой, чтобы верхний ряд ящиков возвышался над бортами не более чем на одну треть высоты ящика;

— перевозка ВВ и средств взрывания вместе с посторонними предметами, и особенно с легковоспламеняющимися веществами, запрещается;

— перевозка ВВ и средств взрывания должна производиться с соблюдением правил общей и пожарной безопасности под руководством ответственных лиц из офицеров или сержантов и обеспечиваться вооруженной охраной;

— при перевозке ВВ и средств взрывания в одном вагоне (трюме) с грузами других разрядов необходимо соблюдать правила и нормы совместных перевозок.

Перевозка ВВ и средств взрывания автомобильным транспортом должна производиться с соблюдением следующих правил:

— значительные партии ВВ и средств взрывания, как правило, перевозятся раздельно; небольшие количества ВВ и средств взрывания с разрешения командира части могут перевозиться на одном автомобиле; при этом количество ВВ должно быть не более 200 *кг*, а количество капсюлей-детонаторов (или других средств взрывания, содержащих капсюли-детонаторы) не должно превышать 400 шт.; расстояние между укупоркой ВВ и укупоркой средств взрывания должно быть не менее 1,5 *м*;

— каждый автомобиль должен снабжаться огнетушителем или ящиком с песком, брезентом для укрытия груза и красным флажком *;

— скорость движения автомобилей, груженных ВВ и средствами взрывания, не должна превышать 25 километров в час;

— при движении автомобилей в колонне расстояния между автомобилями должны быть не менее 50 *м*; автомобиль, груженный средствами взрывания, должен следовать в голове колон-

* Флажок прикрепляется к левому переднему углу кузова автомобиля.

ны; на нем должно находиться лицо, ответственное за перевозку груза;

— курить на автомобилях запрещается; лицо, ответственное за перевозку груза, отбирает у водителей и охраны все курительные принадлежности и хранит их у себя; курить и разводить огонь разрешается только во время остановок, в отведенных для этого местах, не ближе 50 *м* от перевозимого груза;

— крупные города, лежащие на пути движения транспорта с ВВ и средствами взрывания, должны обходиться; при невозможности обхода разрешается проезд по окраинам городов;

— во время грозы запрещается останавливать транспорты с ВВ и средствами взрывания в лесу, под отдельными деревьями, вблизи высоких строений и тесно сосредоточивать автомобили в одном месте;

— остановки транспорта с ВВ и средствами взрывания в пути следования разрешается производить только вне населенных пунктов, не ближе 200 *м* от каких-либо жилых строений.

При перевозке ВВ и средств взрывания по железным дорогам и водным путям все транспортные средства (вагоны, трюмы судов) перед погрузкой должны тщательно осматриваться и полностью очищаться от сора и остатков других грузов, а также проверяться в отношении исправности пола, крыш, дверей, люков ходовых частей и т. п.; при обнаружении следов щелочей, кислот, масел, нефтепродуктов и извести вагоны и трюмы тщательно очищаются, промываются и проветриваются.

Ящики с ВВ и средствами взрывания укладываются в несколько ярусов с таким расчетом, чтобы они располагались равномерно по всему полу вагона или трюма и чтобы в процессе погрузки для укладки последующего яруса по возможности не приходилось передвигаться по предыдущему ярусу ящиков. При неполной загрузке вагона или трюма принимаются меры к недопущению сдвига или падения ящиков с ВВ или средствами взрывания во время движения транспорта.

По железным дорогам ВВ и средства взрывания могут перевозиться только в крытых вагонах. Средства взрывания, дымный порох и изделия из него, а также различные пиротехнические средства перевозятся в неисправных вагонах. Перевозка может осуществляться как целыми поездами, так и отдельными вагонами, а также ручной кладью в пассажирских поездах. Поезда или вагоны, груженные ВВ и средствами взрывания, сопровождаются вооруженной охраной.

При формировании смешанных поездов вагоны с ВВ или средствами взрывания должны помещаться в середине поезда; вагоны со средствами взрывания, содержащими капсюли-детонаторы, должны быть отделены от вагонов с ВВ не менее чем двенадцатью осями вагонов с невзрывчатыми грузами.

Перевозка ВВ и средств взрывания ручной кладью в пассажирских поездах и на пассажирских судах в количествах, установленных правилами перевозки, допускается при обязательном предъявлении начальнику станции (порта, пристани) специальных удостоверений, выдаваемых воинскими частями и учреждениями, или разрешений, выдаваемых органами милиции по установленной форме.

Лица, руководящие перевозками ВВ и средств взрывания, должны хорошо знать их свойства, правила перевозки и правила обращения с ними при транспортировке.

Хранение, прием и выдача ВВ и средств взрывания

Все ВВ и средства взрывания, хранимые на складах, должны быть пригодными для боевого применения. Они должны быть рассортированы, учтены и распределены в хранилищах и штабелях по видам, а виды — по партиям с обязательным выполнением следующих общих правил:

— полезная емкость хранилищ должна использоваться полностью и рационально с учетом удобств производства загрузки, разгрузки и технического контроля;

— в хранилищах должны быть оставлены рабочие проходы шириной 1,25—1,50 *м* и смотровые проходы шириной 0,6—0,75 *м* (обычно вдоль стен); размещать ВВ или средства взрывания в проходах запрещается;

— укладка ВВ (средств взрывания) должна производиться с учетом прочности полов, настилов, подкладок и самой укупорки, а также с учетом требований безопасности;

— штабели и стеллажи должны стоять устойчиво; ящики с ВВ (средствами взрывания) должны устанавливаться ровно, крышками вверх; маркировка на боковых стенках укупорки должна быть обращена в сторону проходов;

— на каждом штабеле или стеллаже со стороны прохода должен быть вывешен стеллажный ярлык с указанием вида хранимого ВВ или средства взрывания, данных об изготовлении, категории боеспособности, номера учетной карточки, сроков проведения осмотра и лабораторных испытаний;

— при штабельной укладке ВВ (средств взрывания) расстояние от пола хранилища или от земли до дна нижнего ящика должно быть не менее 20 *см*; высота штабелей не должна превышать норм, указанных в табл. 45;

— размещение инженерных мин, ВВ и средств взрывания в хранилищах производится с учетом установленных для них разрядов и с соблюдением правил совместного хранения инженерных боеприпасов.

Таблица 45

Наибольшая допускаемая высота штабелей в хранилищах

Вид имущества	Допускаемая высота штабеля, *м*
Все виды ВВ	3,0
Средства взрывания, содержащие капсюли-детонаторы	1,7
Детонирующие и огнепроводные шнуры	2,5

Чтобы обеспечить вентиляцию хранилищ, между верхней поверхностью штабеля и потолком хранилища должен оставляться просвет высотой не менее 0,5 *м*.

При хранении различных видов ВВ и средств взрывания необходимо руководствоваться также следующими правилами.

Тэн, гексоген, тетрил, тротил, -пикриновая кислота и подобные им однородные ВВ в порошкообразном состоянии, в прессованных или литых изделиях должны храниться в сухих хранилищах, в зааодской укупорке в соответствии с перечисленными выше общими правилами хранения ВВ.

Аммиачноселитренные ВВ и изделия из них должны храниться в сухих, хорошо проветриваемых и не сильно прогреваемых летом хранилищах. Хранение аммиачноселитренных ВВ в землянках не разрешается.

Ящики или мешки с аммиачноселигренными ВВ запрещается укладывать на пол хранилища или на землю без подкладок. Ящики и мешки надлежит размещать с интервалами 5—10 *см* для обеспечения свободного доступа воздуха. При хранении аммиачноселитренных ВВ в бумажных мешках нагрузка на нижний мешок в штабеле не должна превышать 150 *кг*.

Дымный порох должен храниться отдельно от всех других видов ВВ в сухих, хорошо проветриваемых хранилищах в исправной укупорке. К оборудованию хранилищ для черного пороха предъявляются особые требования:

— запоры, оконные шпингалеты и задвижки должны быть выполнены из цветных металлов;

— все металлические части внутри хранилищ, выполненные из нецветных металлов, должны быть зашпаклеваны, закрашены или покрыты деревом;

— полы должны быть застланы брезентом или специальными ковриками, которые периодически необходимо выносить из хранилищ и вытряхивать.

При укладке и выполнении других работ с дымным порохом в хранилищах необходимо соблюдать особую осторожность, не допускать образования пороховой пыли и загрязнений, избегать резких толчков тары, рассыпания пороха, прикосновения к нему и удара предметами из нецветных металлов. Дымный порох необходимо оберегать от увлажнения.

Динамиты и другие ВВ, содержащие нитроглицерин, должны храниться в сухих, хорошо проветриваемых хранилищах с незначительными колебаниями температуры. ВВ этого типа требуют постоянного и внимательного наблюдения за изменением их свойств (появление запаха и масляинстых пятен). Динамиты необходимо оберегать от прямого действия солнечных лучей, от сильного прогрева в летнее время и от резких толчков и ударов, особенно в холодное время года.

Детонирующий и огнепроводный шнуры и воспламенительный фитиль должны храниться в заводской укупорке, в хорошо проветриваемых хранилищах с умеренной влажностью и невысокой температурой. Шнуры необходимо оберегать от увлажнения, плесени и гниения, а также от пересыхания и повреждения оболочек. Концы шнуров в период хранения должны быть изолированы (залеплены) воском или влагоизолирующей мастикой. Шнуры с признаками пле-

сени просушиваются на воздухе в тени или в хорошо проветриваемом помещении и протираются ветошью.

Средства взрывания, содержащие капсюли-детонаторы, должны храниться в заводской герметической укупорке, в отдельных сухих, хорошо проветриваемых хранилищах, не подверженных перегреву в летнее время и резкому понижению температуры зимой. Эти виды средств взрывания, будучи высоко чувствительными к механическим и тепловым воздействиям, должны тщательно оберегаться от ударов, толчков и действия огня.

На территории склада и в хранилищах необходимо строго соблюдать меры безопасности при использовании электроэнергии для освещения и производства различных работ.

На территории склада, в хранилищах, около штабелей с взрывчатым имуществом не допускается пребывание лиц с огнем, с бензиновыми, керосиновыми и газовыми фонарями, с курительными принадлежностями, со спичками, с оружием.

Выдача ВВ и средств взрывания со склада воинской части производится по накладным за подписью командира части или его заместителя.

Основанием для выписки накладной является расчет-заявка, составляемая руководителем подрывных работ и утверждаемая командиром части.

Начальник склада ВВ и средств взрывания должен иметь на складе образцы подписей лиц, имеющих право подписывать накладные на выдачу указанного имущества.

На местах производства подрывных работ организуются полевые расходные склады, в которых осуществляется раздельное хранение ВВ и средств взрывания в течение дневного рабочего дня.

В целях защиты от действия воздушной ударной волны, светового излучения и проникающей радиации ядерного взрыва ВВ и средства взрывания на полевых расходных складах должны размещаться в заглубленных хранилищах с бревенчатыми покрытиями и с грунтовой обсыпкой толщиной 20—25 *см*.

В качестве полевых хранилищ могут использоваться землянки, укрытия, блиндажи и т. п. На короткое время ВВ и средства взрывания могут размещаться в траншеях или небольших углублениях с укладкой их невысокими штабелями, закрываемыми брезентом с обсыпкой его слоем грунта толщиной 10—15 *см*.

Заглубленные хранилища, землянки и т. п. должны надежно защищать размещаемые в них ВВ и средства взрывания от осадков, грунтовых вод и от загрязнения.

Выдача ВВ и средств взрывания на подрывные работы из полевого расходного склада производится, как правило, по письменным требованиям руководителя работ. Начальник полевого расходного склада ведет учет выдаваемых ВВ и средств взрывания на отдельном листе бумаги и сохраняет все требования руководителя подрывных работ на их выдачу.

Средства взрывания, содержащие капсюли-детонаторы, должны переноситься от полевых расходных складов к местам производства подрывных работ отдельно от ВВ в заводской укупорке (коробках) или в деревянных пеналах. Переноска этих средств взрывания в карманах запрещается.

Детонирующий и огнепроводный шнуры в небольших количествах (до одной бухты детонирующего шнура и до пяти кругов огнепроводного шнура) разрешается переносить одному человеку вместе с ВВ. Более значительные количества указанных шнуров должны переноситься отдельно от ВВ.

Лица, переносящие ВВ и средства взрывания к местам работ, должны передвигаться в колонне по одному на дистанциях не менее 5 *м*. Заходить куда-либо по пути следования с получениями со склада ВВ и средствами взрывания запрещается.

На каждую группу лиц, переносящих ВВ и средства взрывания к одному месту работ, назначается старший, отвечающий за сохранность переносимых средств и за соблюдение правил безопасности.

Перед отправлением на полевой расходный склад для получения ВВ и средств взрывания старший группы подносчиков должен проинструктировать группу в отношении правил переноски и отобрать у всех подносчиков спички и другие зажигательные приспособления.

По окончании подрывных работ, назначенных на данный рабочий день, руководитель работ и начальник полевого расходного склада подводят итоги и составляют акт на израсходованные ВВ и средства взрывания.

К акту прилагаются все требования руководителя работ, выданные им в течение рабочего дня. Акт должен быть в тот же день утвержден командиром части или его заместителем.

Неизрасходованные в течение рабочего дня ВВ и средства взрывания в тот же день возвращаются с полевого расходного склада в склад воинской части по накладной, тщательно осматриваются и немедленно приходуются.

Уничтожение ВВ и средств взрывания

ВВ и средства взрывания, не пригодные для производства подрывных работ, подлежат уничтожению. Уничтожение ВВ и средств взрывания производится специальной комиссией, назначаемой приказом командира воинской части (соединения).

При уничтожении ВВ и средств взрывания комиссия руководствуется инструкцией, утверждаемой командиром воинской части (соединения), в которой должны быть отражены порядок и способы уничтожения, меры безопасности, правила подвозки ВВ и средств взрывания к местам уничтожения, порядок учета уничтожаемых средств, порядок инструктирования исполнителей и т. п.

ВВ и средства взрывания, опасные в обращении, должны доставляться к месту их уничтожения с соблюдением всех изложенных выше мер предосторожности при перевозках.

В зависимости от количества, вида и свойств ВВ и средств взрывания, а также в зависимости от местных условий уничтожение указанных средств производится взрыванием или сжиганием. Взрыванием уничтожаются все бризантные ВВ, детонирующий шнур и средства взрывания, содержащие капсюли-детонаторы. Пороха и изделия из них (в том числе огнепроводный шнур) уничтожаются сжиганием.

Уничтожение ВВ и средств взрывания производится на специальных подрывных площадках, расположенных не ближе 1,5 *км* от складов, жилых строений, промышленных сооружений и не ближе 1 *км* от проезжих дорог. Расположение подрывных площадок должно быть согласовано с местными органами власти.

Подрывные площадки ограждаются заборами из колючей проволоки и оборудуются укрытиями для исполнителей и ямами для уничтожения ВВ и средств взрывания, расположенными на расстояниях не менее 150 *м* одна от другой. Грунт подрывных площадок не должен быть каменистым.

Вокруг подрывных площадок в радиусе 500—700 *м* устанавливаются постоянные предупредительные знаки, а перед началом работ по уничтожению ВВ или средств взрывания на подходах к площадкам выставляется оцепление.

Количество одновременно взрываемых (или сжигаемых) ВВ и средств взрывания не должно превышать:

взрывчатого вещества	20 *кг*;
капсюлей-детонаторов (электродетонаторов) . .	1000 шт.;
детонирующего шнура	500 *м*.

Взрывание уничтожаемых ВВ и средств взрывания должно производиться электрическим способом с применением промежуточных детонаторов весом не менее 0,8 *кг*, изготовляемых из доброкачественного ВВ. Взрывание производится в ямах или траншеях глубиной не менее 1,5 *м*.

Поджигание порохов и изделий из них должно производиться по направлению ветра при помощи пороховой дорожки длиной 25—30 *м* и шириной до 0,2 *м*, воспламеняемой отрезком доброкачественного огнепроводного шнура длиной не менее 1 *м*. При сильном ветре производить сжигание порохов запрещается.

После уничтожения ВВ или средств взрывания комиссия в день окончания работ составляет акт, в котором указывает:

— состав комиссии (председатель и члены);

— основание на уничтожение ВВ и средств взрывания (приказ, его номер и дата);

— наименование уничтоженных ВВ и средств взрывания и данные об их изготовлении (завод, год изготовления, номер партии);

— количество каждого вида уничтоженных ВВ и средств взрывания;

— способ и порядок уничтожения;

— характеристику подрывной площадки, на которой производилось уничтожение;

— заключение о приведении подрывной площадки в безопасное состояние после уничтожения на ней ВВ и средств взрывания;

— количество доброкачественных ВВ и средств взрывания, израсходованных для уничтожения перечисленных в акте средств.

Акт утверждается командиром воинской части (соединения) и высылается в вышестоящий довольствующий орган.

При хранении ВВ и средств взрывания в войсковых и полевых расходных складах должны выполняться требования Руководства для центральных, окружных (флотских) и войсковых складов инженерных боеприпасов Советской Армии и Военно-Морского Флота издания 1964 г.

При перевозках ВВ и средств взрывания руководствоваться приказом Министра обороны № 175 от 11 июля 1962 г. «Правила перевозок по железным дорогам и водным путям сообщения боеприпасов, взрывчатых веществ и сильнодействующих ядовитых веществ».

ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ И РАСЧЕТА ЗАРЯДОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ УКРЫТИЙ И ОКОПОВ

Пример 1. Отрыть взрывным способом укрытие для танка шириной по дну 4,0 *м*, длиной 6,0 *м* и глубиной 2,2 *м*; аппарель должна иметь длину 9 *м*; откосы — 1 : 0,75; грунт — глина.

Решение. Отрывка котлована производится одновременным взрывом сосредоточенных зарядов (заряды взрываются электрическим способом). Для достижения лучшего выброса грунта и уменьшения объема работ по выделке зарядных устройств принимаем показатель действия взрыва $n=2{,}5$.

Принимаем видимую глубину воронки $p=2{,}3$ *м*. При этом необходимая ширина укрытия по дну — 4 *м* (на глубине 2,2 *м*) обеспечивается частичной доработкой котлована и обмятием грунта гусеницами танка.

Радиус воронки на поверхности грунта

$$r = \frac{p}{a} = \frac{2{,}3}{0{,}6} = 3{,}85 \text{ м}.$$

Требуемая ширина укрытия поверху

$$B_{\text{верхн}} = 4 + 2{,}2 \cdot 0{,}75 \cdot 2 = 7{,}3 \text{ м}.$$

Следовательно, диаметр воронки ($2r=2 \cdot 3{,}85=7{,}7$ *м*) только на 0,4 *м* превышает требуемую ширину укрытия поверху.

Глубину заложения зарядов h (линию наименьшего сопротивления) вычисляем по формуле (36)

$$h = \frac{p}{an} = \frac{2{,}3}{0{,}6 \cdot 2{,}5} = 1{,}5 \text{ м},$$

где $a=0{,}6$ определено по ст. 162.

Расстояния между зарядами в ряду вычисляем по формуле (49)

$$a_n = 0{,}7h\sqrt{n^2+1} = 0{,}7 \cdot 1{,}54\sqrt{2{,}5^2+1} = 0{,}7 \cdot 1{,}54 \cdot 2{,}69 \approx 3{,}0 \text{ м}.$$

В зависимости от a_n намечаем места расположения зарядов *1*, *2* и *3* (рис. 253).

Вес зарядов определяем по формуле (31), учитывая, что по табл. 24 при $n=2{,}5$ $M=10{,}4$, а по табл. 23 для глины $K=1{,}17 \div 1{,}28$ (принимаем $K=1{,}25$).

$$C_{1,\,2,\,3} = KMh^3 = 1{,}25 \cdot 10{,}4 \cdot 1{,}54^3 = 1{,}25 \cdot 10{,}4 \cdot 3{,}65 = 47{,}5 \text{ кг}.$$

Отрывку аппарели производим взрывом сосредоточенных зарядов, располагаемых на разных глубинах (применительно к уклону аппарели).

Заряд *4* размещаем на глубине 1,2 *м*, принимая $n=2{,}5$. При этом нормальное расстояние для него будет равно

$$a_n = 0{,}7h\sqrt{n^2+1} = 0{,}7 \cdot 1{,}2\sqrt{2{,}5^2+1} = 0{,}7 \cdot 1{,}2 \cdot 2{,}69 \approx 2{,}3 \text{ м}.$$

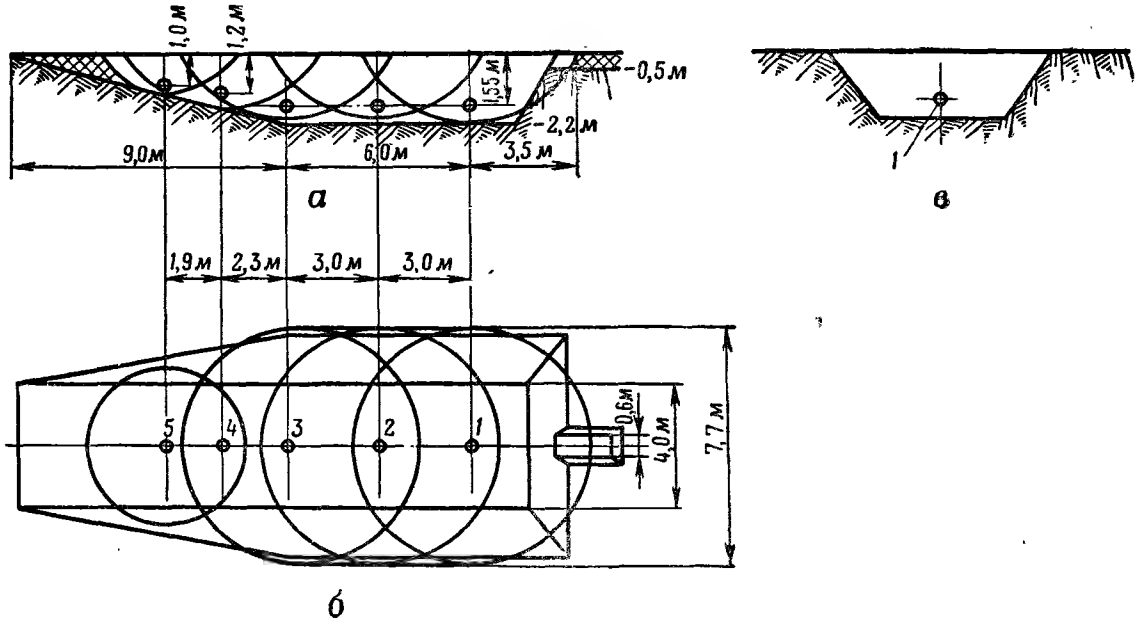


Рис. 253. Схема расположения зарядов при устройстве укрытия для танка:
а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез; *1—5* — заряды

Вес этого заряда

$$C_4 = KMh^3 = 1{,}25 \cdot 10{,}4 \cdot 1{,}2^3 = 1{,}25 \cdot 10{,}4 \cdot 1{,}73 = 22{,}5 \text{ кг}.$$

Заряд *5* размещаем на глубине 1,0 *м*, принимая $n=2{,}5$; нормальное расстояние составит при этом

$$a_n = 0{,}7 \cdot 1{,}0 \sqrt{2{,}5^2 + 1} = 0{,}7 \cdot 2{,}69 \simeq 1{,}9 \text{ м}.$$

Принимаем $a_n \approx 2{,}0$ *м*.
Вес заряда

$$C_5 = 1{,}25 \cdot 10{,}4 \cdot 1^3 = 13{,}0 \text{ кг}.$$

Общий расход ВВ на отрывку котлована составляет

$$C_{\text{общ}} = 47{,}5 \cdot 3 + 22{,}5 + 13{,}0 = 178 \text{ кг}.$$

Для закладки зарядов в грунт при помощи бурильной машины БГМ пробуриваются скважины диаметром 0,3 *м*; каждый из зарядов *1—3* при весе 47,5 *кг* и средней плотиости (вместе с укупоркой) $\rho = 1000$ *кг/м*^{3} будет занимать по высоте скважины

$$H = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{C}{\rho d^2} = \frac{4 \cdot 47{,}5}{3{,}14 \cdot 1000 \cdot 0{,}28^2} = 0{,}76 \text{ м}.$$

Следовательно, глубиина каждой скважнны под заряды *1—3* должна составлять

$$h_{\text{скв}} = h + \frac{H}{2} = 1{,}54 + 0{,}38 = 1{,}92 \simeq 2{,}0 \text{ м}.$$

Аналогнчио находим: для заряда *4* $h_{\text{скв}} = 1{,}40$ *м*, для заряда *5* $h_{\text{скв}} = 1{,}1$ *м*.
Общая глубина всех скважин составит

$$h_{\text{общ}} = 2 \cdot 3 + 1{,}4 + 1{,}1 = 8{,}5 \text{ м}.$$

На бурение пяти скважин одной машиной БГМ согласно приложению 12 требуется 30 минут.

Расчет времени на выполнение других работ приведен в следующей таблице.

Расчет времеии

Нанменование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет временн	Количество чел.-часов
Изготовление (вязка) зарядов:				
весом 47,5 *кг* . . .	3 шт.	12	0,35·3	1,05
весом 22,5 *кг* . . .	1 шт.	12	0,20·1	0,20
весом 13,0 *кг* . . .	1 шт.	12	0,20·1	0,20

Продолжение

Наименование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет времени	Количество чел.-часов
Подноска зарядов к местам укладки	220 *кг* (с укупоркой)	42	$0{,}25 \cdot \frac{220}{40}$	1,50
Изготовление и прокладка электровзрывной сети	5 электродетонаторов	7,8 и 9	0,18·5	0,90
Прокладка магистрали	200 *м*	10	0,20·2	0,40
Закладка зарядов . .	5 шт.	29	0,20·5	1,0
Забивка скважин с утрамбовкой	8,5 *м*	30	0,10·8	0,80
Доотрывка (вручную) котлована, аппарели и ровика для орудня	6 $м^3$	—	1,5·6	9,0
Итого . . .	—	—	—	15,0

Саперное отделение в составе семи человек выполнит все работы в течение двух часов.

Расчет ВВ, средств взрывания, материалов и инструмента

№ по пор.	Наименование имущества	Количество
1	ВВ (тротил), *кг*	178
2	Электродетонаторы, шт.	10
3	Саперный провод одножильный, *м*	60
4	Саперный провод двухжильный, *м*	300
5	Подрывные машинки КПМ-1, шт. .	1
6	Линейные мосты ЛМ-48, шт. . . .	1
7	Омметры малые М-57, шт.	1
8	Изоляционная лента, *кг*	0,2
9	Метры складные, шт.	2
10	Рулетки, шт.	1
11	Ножи монтерские, шт.	2
12	Веревка, *кг*	3
13	Ткань для обертывания зарядов, *м*	10
14	Бурильные машины БГМ, шт. . . .	1
15	Лопаты большие, шт.	7

Распределение работ

Расчету № 1 в составе трех человек — связать заряды и поднести их к местам укладки, зарядить скважины, засыпать и утрамбовать их.

Расчету № 2 в составе четырех человек — изготовить и проложить электровзрывную сеть, проложить магистраль, зарядить три скважины, засыпать и утрамбовать их.

Пример 2. Отрыть взрывным способом в суглинке окоп для танка; размеры окопа показаны на рис. 254.

Решение. Отрывку окопа производим одновременным взрывом двух сосредоточенных зарядов весом по 25 *кг*, закладываемых в шурфы, образованные взрывами прострелочных удлиненных зарядов из пластита-4 в матерчатой оболочке.

Принимаем линию наименьшего сопротивления $h=1{,}5$ *м*; по табл. 23 находим для суглинка $K=1{,}1$ *кг/м*^{3}, а по ст. 162 $a=0{,}5$.

Определяем радиус и видимую глубину воронки от взрыва сосредоточенного заряда весом 25 *кг*, для чего:

— по формуле (31) вычисляем

$$M = \frac{C}{Kh^3} = \frac{25}{1{,}1 \cdot 1{,}5^3} = 6{,}76;$$

— по табл. 24 находим $n=2{,}17$.

Радиус воронки согласно формуле (30) будет равен

$$r = nh = 2{,}17 \cdot 1{,}5 = 3{,}25 \text{ м}.$$

Видимая глубина воронки в соответствии с формулой (36) составит

$$p = ar = 0{,}5 \cdot 3{,}25 = 1{,}6 \text{ м}.$$

Нормальные расстояния между зарядами вычисляем по формуле (49)

$$a_n = 0{,}7h\sqrt{n^2 + 1} = 0{,}7 \cdot 1{,}5\sqrt{2{,}17^2 + 1} \simeq 2{,}5 \text{ м}.$$

При двух зарядах длина выемки поверху будет равна

$$B_{\text{верхн}} = 2r + a_n = 2 \cdot 3{,}25 + 2{,}5 = 9{,}0 \text{ м},$$

что примерно соответствует заданной длине окопа без аппарели.

Определяем размеры прострелочного удлиненного заряда из пластита-4 для устройства в грунте шурфа диаметром 0,25 *м* и глубиной 1,85 *м* *, предварительно найдя по табл. 26 коэффициент $m \simeq 15$.

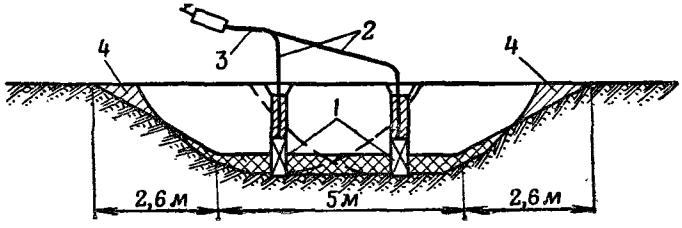
Диаметр прострелочного заряда $d_з$ согласно формуле (42) будет равен

$$d_з = \frac{D_ш}{m} = \frac{0{,}25}{15} = 0{,}017 \text{ м},$$

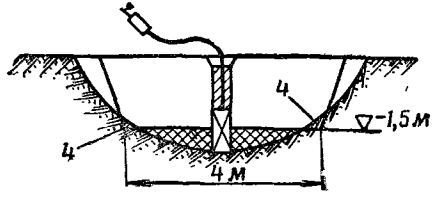
а его длина l, равная глубине шурфа, составит 1,85 *м*.

---

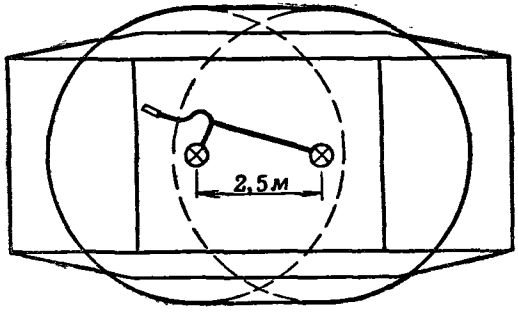
* Размеры основного тротилового заряда, предназначенного для закладки в шурф, составляют $0{,}15 \times 0{,}15 \times 0{,}70$ *м*.



а



в



б

Рис. 254. Схема расположения зарядов при отрывке окопа для танка:

а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез; *1* — заряды; *2* — детонирующий шнур; *3* — зажигательная трубка, *4* — грунт, перемещаемый при доделке окопа

Прострелочные заряды закладываем в шпуры, диаметр которых согласно ст. 196 должен быть не менее

$$d_{шп} = d_з + 0{,}010\ м = 0{,}017 + 0{,}010 = 0{,}027\ м$$

Выделку шпуров производим при помощи мотоперфоратора МПЛ (приложение 12).

Взрывание прострелочных зарядов производим зажигательными трубками ЗТП-50. Основные заряды взрываем детонирующим шнуром без капсюлей-детонаторов (ст. 63).

Пример 3. Отрыть взрывным способом укрытия для одного и для двух автомобилей; размеры укрытий показаны на рис. 255 и 256; грунт — суглинок.

Решение. Отрывку производим взрывами трех и шести сосредоточенных зарядов весом по 25 *кг*, закладываемых в шурфы, образованные взрывами прострелочных удлиненных зарядов из пластита-4 в матерчатой оболочке.

Определение размеров воронок, глубины шурфов и другие расчеты производим аналогично предыдущему примеру. Результаты расчетов (вместе с результатами по примеру 2) приведены в следующей таблице.

Расчет ВВ, средств взрывания и объемов работ

№ по пор.	Наименование средств и объемы работ	Виды выработок		
		окопы	укрытия	
		для танков	для одиого автомобиля	для двух автомобилей
	ВВ и средства взрывания			
1	Прострелочные удлиненные заряды из пластита-4, шт.	2	3	6
2	Основные заряды (тротил в шашках), *кг*	50	75	150
3	Детонирующий шнур, *м*	8	15	40
4	Зажигательные трубки ЗТП-50, шт.	3	4	7
	Объемы работ			
5	Объем выработки, $м^3$	52,3	80	145
6	Выбрасывается взрывом, $м^3$	47,5	69	123
7	Дорабатывается вручную, $м^3$ . . .	5	11	22

Время на отрывку окопа или укрытия саперным отделением при закладке зарядов в шурфы, образованные взрывами прострелочных удлиненных зарядов, составляет примерно 1 час.

Аппарели в укрытиях для автомобилей отрываются вручную. Для танковых окопов аппарели не отрываются.

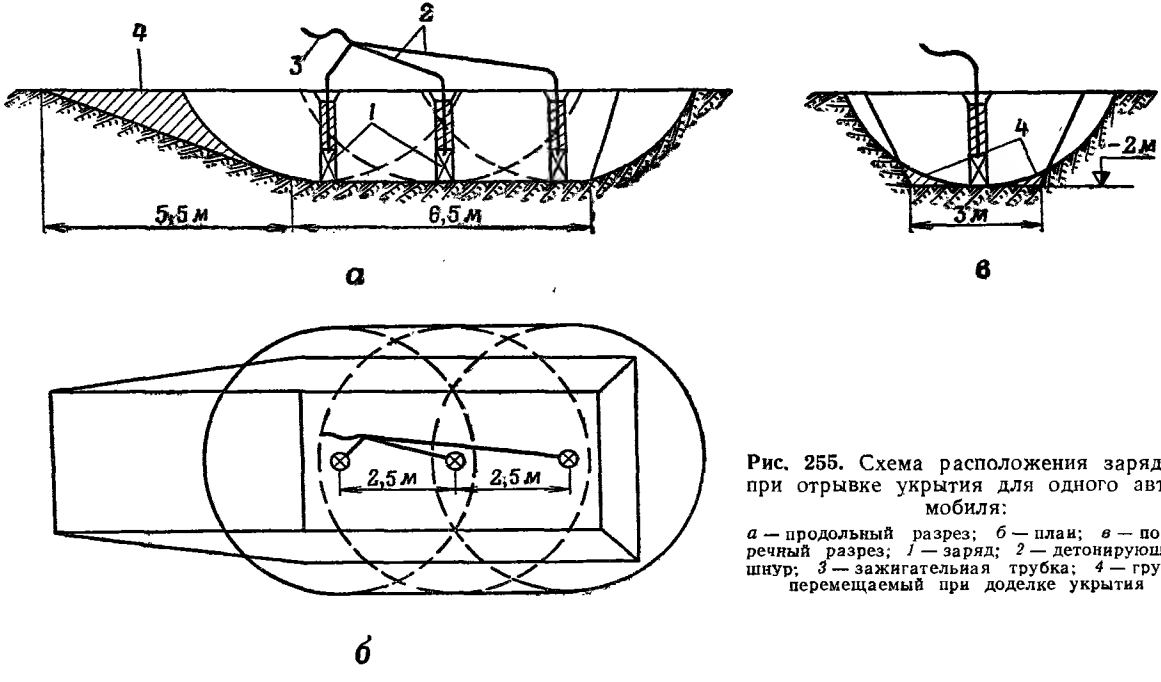


Рис. 255. Схема расположения зарядов при отрывке укрытия для одного автомобиля:

а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез; *1* — заряд; *2* — детонирующий шнур; *3* — зажигательная трубка; *4* — грунт, перемещаемый при доделке укрытия

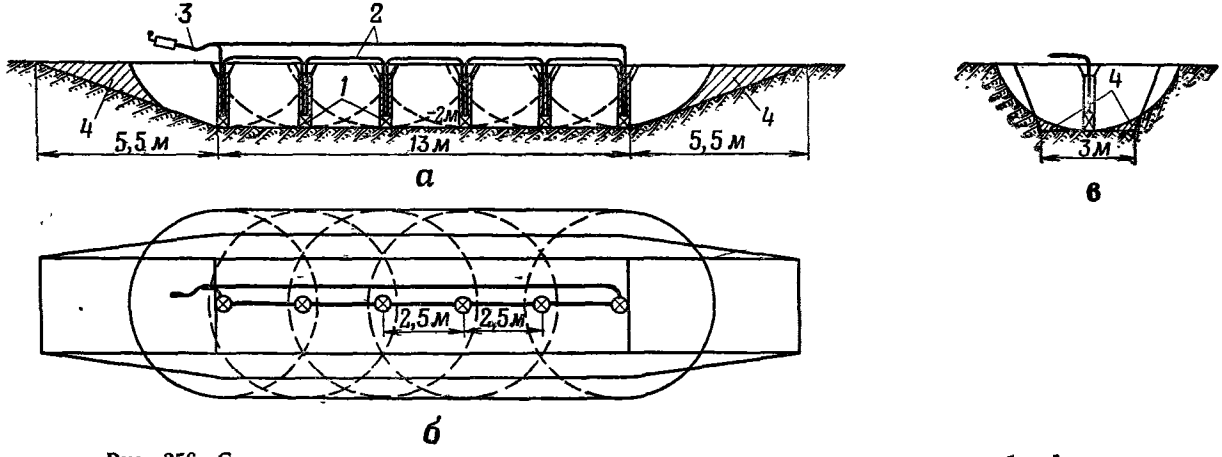


Рис. 256. Схема расположения зарядов при отрывке укрытия для двух автомобилей:
а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез; *1* — заряд, *2* — детонирующий шнур, *3* — зажигательная трубка; *4* — грунт, перемещаемый при доделке укрытия

ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ И РАСЧЕТА ЗАРЯДОВ ПРИ ОТРЫВКЕ ТРАНШЕЙ С РЫХЛЕНИЕМ МЕРЗЛОГО ГРУНТА ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

Задача. Отрыть участок траншеи нормального профиля длиной 100 *м* в зимних условиях при помощи траншейной машины БТМ-3 с предварительным рыхлением корки мерзлого грунта взрывным способом; грунт — суглинок, глубина промерзания $z_м = 0{,}8$ *м*.

Решение. Рыхление слоя мерзлого грунта производим одновременным взрывом зарядов в шпурах (заряды взрываем огневым способом с применением детонирующего шнура).

По табл. 23 для суглинка $K = 0{,}97 \div 1{,}19$, принимаем $K = 1{,}15$; по ст. 160 для слоя мерзлого суглинка $K = 1{,}5 \cdot 1{,}15 = 1{,}73$; по ст. 162 $a = 0{,}55$; глубина шпуров по ст. 185 составляет

$$h \geqslant \frac{3}{4} z_м = \frac{3}{4} \cdot 0{,}8 = 0{,}6 \text{ м}.$$

Вес заряда определяем по ст. 164

$$C = KMh^3 = 1{,}73 \cdot 0{,}33 \cdot 0{,}6^3 = 0{,}126 \text{ кг}.$$

Принимаем $C = 0{,}15$ *кг* (две буровые шашки).

Радиус зоны рыхления мерзлого грунта определяем по формуле (45)

$$R = 1{,}13 \sqrt[3]{\frac{C}{K}} = 1{,}13 \sqrt[3]{\frac{0{,}15}{1{,}73}} = 0{,}50 \text{ м}$$

Ширина зоны рыхления ($2R = 1{,}0$ *м*) примерно соответствует заданной ширине траншеи поверху (1,1 *м*), поэтому достаточно взорвать один ряд зарядов (рис. 257).

Для обеспечения мелкого дробления и равномерности ширины зоны рыхления по длине траншеи в соответствии со ст. 181 принимаем расстояния между шпурами $a = 1{,}4$, $h = 1{,}4 \cdot 0{,}6 = 0{,}84$ *м*.

Количество шпуров на 100 погонных метров траншеи будет равно

$$N = \frac{100}{0{,}84} = 120 \text{ шт.}$$

Общая длина всех шпуров составляет

$$h_{общ} = 0{,}6 \cdot 120 = 72 \text{ м}.$$

При бурении шпуров мотоперфораторами МПЛ (приложение 12) при производительности 9 *м/час* требуется $\frac{72}{9{,}0} = 8$ машино-часов.

Общий расход ВВ на 100 *м* траншеи будет равен

$$C_{общ} = 0{,}150 \cdot 120 = 18 \text{ кг}$$

или 0,18 *кг* на 1 *пог. м* траншеи.

Расчет времени на другие работы, а также расчет ВВ, средств взрывания, материалов и инструмента приводятся в таблицах.

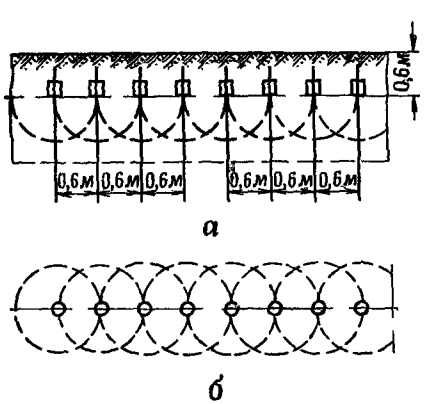


Рис. 257. Схема расположения зарядов для рыхления мерзлого грунта при устройстве траншеи:
а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез

Расчет времени

Наименование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет времени	Количество времени (часов)
Выделка шпуров в мерзлой корке мотоперфораторами МПЛ (два человека на мотоперфоратор)	72 *м*	—	2·8,0	16,0
Изготовление зажигательных трубок и сети детонирующего шнура	2 трубки, одна сеть на 120 зарядов	1—4	0,07·120	8,4
Заряжание и забивка шпуров	120 шт.	31	0,10·120	12,0
Отрывка траншеи в разрыхленном грунте машиной БТМ-3 . .	100 *м*	—	—	1,0 машино-час

Итого: человеко-часов . . . 36,4
машино-часов:
МПЛ 8,0
БТМ-3 1,0

Два саперных отделения в составе семи человек каждое выполнят работы по рыхлению грунта в течение 2 часов 40 минут. Отрывку траншеи в разрыхленном грунте машина БТМ-3 выполнит в течение одного часа.

Расчет ВВ, средств взрывания, материалов и инструмента

№ по пор.	Наименование имущества	Количество
1	ВВ (тротил в буровых шашках), *кг*	18,0
2	Детонирующий шнур, *м*	175
3	Капсюли-детонаторы, шт.	125
4	Огнепроводный шнур, *м*	3
5	Изоляционная лента, *кг*	1
6	Метры складные, шт.	4
7	Рулетки, шт.	1
8	Ножи монтерские, шт.	4
9	Обжимы, шт.	4
10	Шпагат, *кг*	2
11	Мотоперфораторы МПЛ, шт.	3
12	Лопаты большие, шт.	10
13	Шаблоны для разметки шпуров, шт.	4

Распределение работ

Первому отделению (в составе шести человек) при помощи трех мотоперфораторов МПЛ, пользуясь шаблонами, пробурить 120 шпуров.

Второму отделению (в составе восьми человек) изготовить две зажигательные трубки и сеть детонирующего шнура на 120 зарядов и, развертывая ее вслед за первым отделением, произвести заряжание и забивку всех шпуров.

ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ДЕРЕВЯННОГО МОСТА К ПОДРЫВАНИЮ

Разведкой моста через р. Л. у деревни М. установлено:

1. Мост — высоководный, деревянный, на свайных опорах с пролетным строением в виде ригельно-раскосных ферм.

2. Длина моста 66,5 *м*, ширина 7,5 *м*, наибольшая высота над уровнем воды 5,5 *м*.

3. Количество пролетов — 5 (5+17,5+17,5+17,5+5); промежуточных опор — 4; высота средних опор 6,5 *м*.

4. Наибольшая глубина реки 3,0 *м*; скорость течения 1 *м/сек*.

5. Конструкции пролетного строения и опор изображены на прилагаемых схемах (рис. 258). Материал конструкций моста — сухая сосна.

6. Бродов вблизи моста нет; имеется мост у деревни И. на расстоянии 10 *км* от разведанного моста; других переправ нет.

7. Местные переправочные средства в деревне М.: 5 лодок на 5—8 человек каждая.

8. Готового лесоматериала и пригодного для строительства леса на корню поблизости от моста нет.

9. Мест, удобных для наблюдения за мостом и для расположения подрывной станции, — три; все места хорошо укрыты от огня с противоположного берега и удалены от моста на расстояние 200—400 *м*.

10. Рубеж, удобный для расположения прикрытия на противоположном берегу, находится на удалении 500—600 *м* от моста.

Решение на подрывание моста силами саперного взвода

1. К подрыванию подготовляются две средние опоры и пролетное строение.

2. Каждая опора подрывается одним зарядом, расположенным в центре ее на дне реки (опускание зарядов на дно производится непосредственно перед взрывом — рис. 259).

Расчет зарядов производится по ст. 137. При наибольшем диаметре сваи 24 *см* и при расстоянии от крайних коренных свай до центра заряда 3,25 *м* вес заряда получается равным

$$C = 15KDr^2 = 15 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}24 \cdot 3{,}25^2 = 47{,}5 \text{ кг}.$$

Округленно принимаем 50 *кг* (два ящика тротила).

3. Пролетное строение моста подрывается двумя зарядами, расположенными на опорах между крайними и средними фермами (см. рис. 259).

При наибольшем диаметре бревен в нижних и верхних поясах фермы 30 *см* и при расстоянии от центра заряда до оси верхнего пояса фермы 2,0 *м* вес заряда по формуле (21) получается равным

$$C = 30KDr^2 = 30 \cdot 1 \cdot 0{,}3 \cdot 2^2 = 36 \text{ кг}.$$

Округленно принимаем на два заряда 75 *кг* (три ящика тротила).

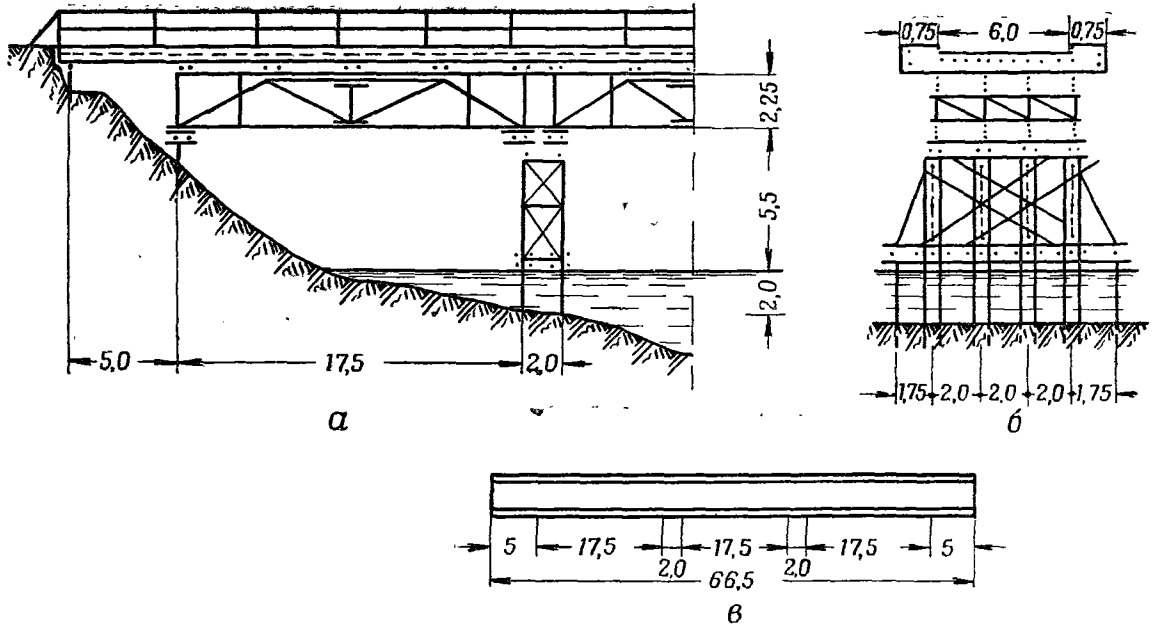


Рис. 258. Схема деревянного моста, подлежащего подрыванию:
а — вид сбоку; *б* — поперечный разрез; *в* — план

4. Всего для подрывания моста требуется 6 зарядов общим весом 250 *кг*, из них 2 заряда по 50 *кг* и 4 заряда по 37—38 *кг* каждый.

5. Способ взрывания зарядов — электрический. Каждая электровзрывная сеть (основная и запасная) состоит из шести последовательно соединенных электродетонаторов. Схема электровзрывных сетей приведена на рис. 260.

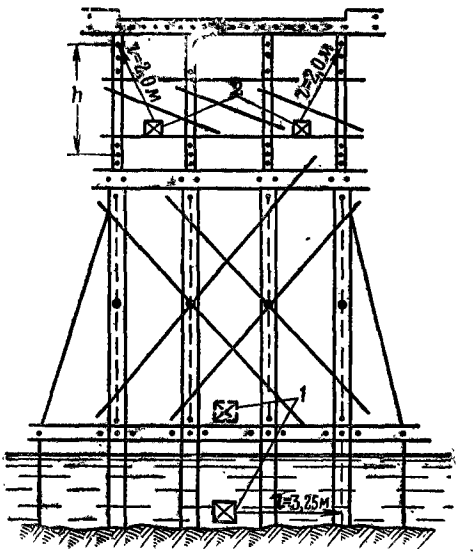


Рис. 259. Схема расположения зарядов на конструкциях подрываемого деревянного моста:

1 — заряд для подрывания опоры (пунктиром показано положение заряда до опускания его на дно); *2* — заряды для подрывания пролетного строения

6. Расчет временн, потребного количества ВВ, средств взрывания, материалов и инструмента приведен в таблицах.

7. Для поспешного подрывания моста в случае отказа обеих электровзрывных сетей подготовляется резервный заряд на волокуше, погруженный на автомобиль, укрыто размещаемый на расстоянии 200—400 *м* от моста. В случае необходимости заряд быстро доставляется на середину ближайшего большого пролета и подрывается на автомобиле огневым способом. При наличии времени волокуша с зарядом должна быть спущена с автомобиля на настил моста.

Вес резервного заряда определяется по формуле (21) из условия разрушения нижнего пояса крайней фермы, расположенного на

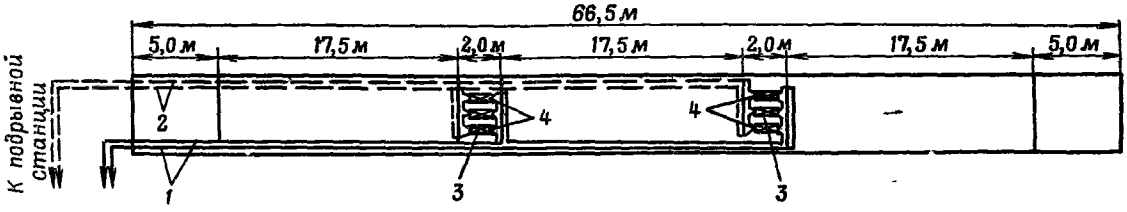


Рис. 260. Схема электровзрывных сетей для подрывания деревянного моста:
1 — основная сеть; *2* — дублирующая сеть; *3* — заряд для подрывания опоры; *4* — заряды для подрывания пролетного строения

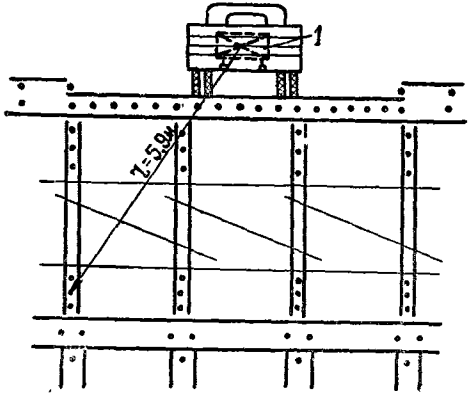


Рис. 261. Схема расположения резервного заряда на подрываемом деревянном мосту:
1 — заряд на волокуше в кузове автомобиля

расстоянии 5,9 *м* от центра заряда (рис. 261). При наибольшем диаметре бревна в нижнем поясе 30 *см* вес заряда будет

$$C = 30KDr^2 = 30 \cdot 1 \cdot 0{,}3 \cdot 5{,}9^2 = 315 \text{ кг}$$

Округленно принимаем 325 *кг* (тринадцать ящиков тротила).

Распределение работ

Первому отделению изготовить подмости и уложить заряды для подрывания пролетного строения моста.

Второму отделению изготовить подмости и уложить заряды для подрывания двух опор моста, начав работы с первой от берега противника высокой опоры; приспособить заряды для быстрого опускания (с предварительной вставкой в них электродетонаторов) на дно реки перед взрывом. По окончании перечисленных работ поступить в распоряжение командира третьего отделения для ускорения работ по постройке укрытия для подрывной станции.

Третьему отделению связать и проложить основную и запасную электровзрывные сети с двумя магистралями от подрывной станции, которую развернуть и оборудовать на расстоянии 250 *м* от моста (указывается место расположения подрывной станции).

Расчет времени

Наименование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет времени	Количество человеко-часов
Подготовка устройств (подмостей) для зарядов	6 шт.	43, 44, 45 (50% нормы)	6·0,5	3,0
Подноска и укладка зарядов	6 шт.	41, 42	10·0,1+ +6·0,25	2,5
Изготовление и прокладка электровзрывных сетей	2×6 шт.	7, 8, 9	2·6 (0,05+ +0,08+ 0,04)	2,0
Прокладка магистралей	2×250 *м*	10	2·2,5·0,2	1,0
Оборудование подрывной станции	1 шт.	46	1·12	12,0
Итого . . .	—	—	—	20,5*

* Работы по зарывке магистралей, требующие затраты еще 30—40 человеко-часов, производятся в последнюю очередь при наличии времени.

Саперный взвод в составе трех отделений (по 7 человек в каждом) выполнит работы по подготовке моста к подрыванию в течение часа.

Расчет ВВ, средств взрывания, материалов и инструмента

№ по пор.	Наименование материалов и инструмента	Количество	Кому сколько выдать
1	Взрывчатые вещества (тротил), *кг*	250	Командиру 1-го отделения 150 *кг*. Командиру 2-го отделения 100 *кг*
2	Взрывчатые вещества (тротил) для резервного заряда, *кг* . . .	325	Хранить на складе
3	Электродетонаторы, шт.	25*	Командиру 3-го отделения
4	Саперный провод одножильный, *м*	400	
5	Саперный провод двухжильный, *м*	600	
6	Подрывные машинки КПМ-1, шт.	2	
7	Линейные мосты ЛМ-48, шт.	1	
8	Омметры малые М-57, шт.	2	
9	Изоляционная лента, *кг*	0,2	
10	Карманные электрические фонари, шт. . .	7	Командирам всех отделений поровну; одни фонарь и один метр командиру взвода.
11	Ножи монтерские, шт.	9	
12	Метры складные, шт. .	4	
13	Веревка, *кг*	8	Командиру 1-го отделения 75%, командиру 2-го отделения 25%
14	Доски для устройства подмостей, $м^3$	0,4	
15	Пилы поперечные, шт.	4	Командирам 1-го и 2-го отделений поровну
16	Топоры, шт.	8	
17	Гвозди, *кг*	5	
18	Зажигательные трубки, шт.	5	Хранить на складе

* С учетом возможной выбраковки.

ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МОСТА К ПОДРЫВАНИЮ

Разведкой моста через реку З. у местечка К. установлено:

1. Мост — металлический, четырехпролетиый, на каменных опорах.

2. Длина моста 320 *м*, высота настила над уровнем воды 11 *м*, высота ферм в средних пролетах 14 *м*, в крайних 4 *м*.

3. Пролетов — 4 (40+120+120+40); каменных опор — 5 (3 быка и 2 устоя) толщиной 2 *м* и шириной 11 *м* каждая; высота опор над уровнем воды 10 *м*. В каждой опоре имеется по 4 зарядных трубы диаметром 0,30 *м* и глубиной 11 *м*. В каждой трубе имеются деревянные колоды для забивки.

4. Конструкции пролетного строения и опор изображены на прилагаемых схемах (рис. 262).

5. Глубина реки до 2 *м*. Скорость течения 1 *м/сек*.

6. Бродов, других мостов и переправ поблизости нет.

7. Около моста имеется 5 лодок на 7—8 человек каждая.

8. Леса и других строительных материалов, пригодных для постройки временного моста с использованием обрушенных конструкций, поблизости нет.

9. На расстоянии 200—400 *м* от моста имеются два пункта, не просматриваемых с противоположного берега и удобных для наблюдения за мостом и для расположения подрывной станции.

10. Рубеж, удобный для расположения прикрытия на противоположном берегу, находится на удалении 600—700 *м* от моста.

Решение на подрывание моста силами саперного взвода

1. **К подрыванию подготавливаются:**

— верхние пояса ферм крайних пролетов; каждый пояс в одном сечении;

— нижние пояса ферм в средних пролетах; каждый пояс в одном сечении;

— промежуточные опоры; каждая по косому (одностороннему) сечению;

— береговые устои; каждый по всей ширине в горизонтальном сечении.

2. **Способ взрывания зарядов** — электрический; электровзрывных сетей — две; в каждой из них количество электродетонаторов соответствует количеству зарядов:

— на верхних поясах ферм крайних пролетов — по одному заряду на пояс фермы, итого — 4 шт.;

— на фермах средних пролетов — на нижних поясах по 2 шт. в сечении; итого — 4 шт.;

— в промежуточных опорах — по 3 заряда в каждой; итого — 9 шт.;

— в береговых устоях — 4 заряда в каждом; итого — 8 шт.

Всего — 25 шт.

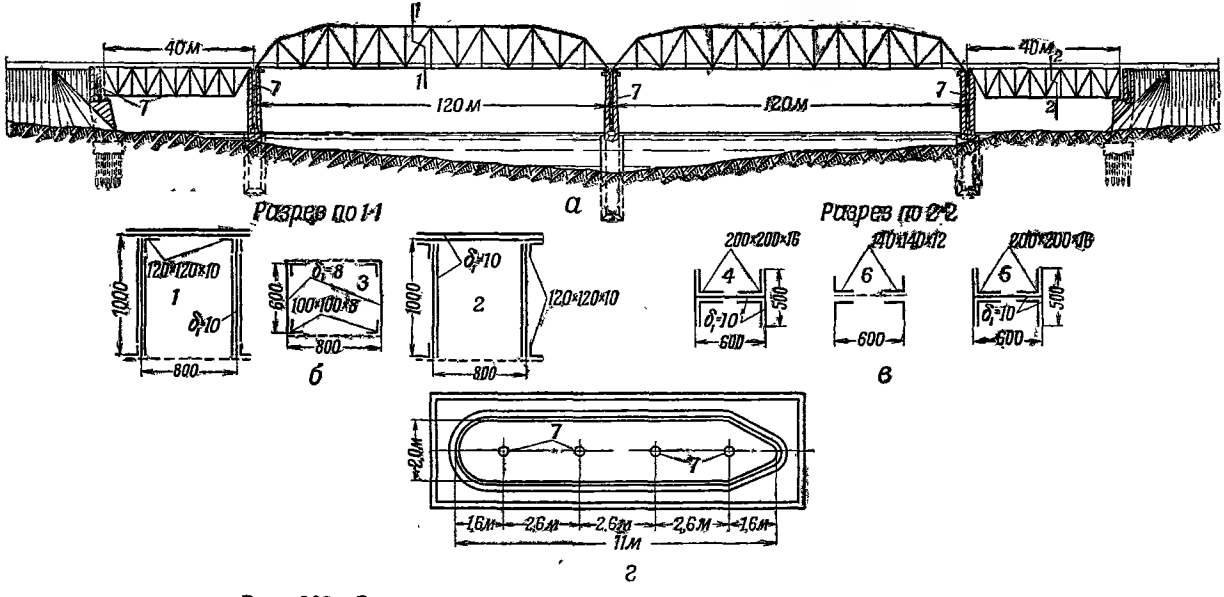


Рис. 262. Схема металлического моста, подлежащего подрыванию:

а — продольный разрез; *б* — сечения элементов ферм в средних пролетах; *в* — сечения элементов ферм в крайних пролетах; *г* — план быка; *1* и *4* — нижние пояса ферм; *2* и *5* — верхние пояса; *3* и *6* — раскосы, *7* — зарядные трубы

3. **Магистраль** первой электровзрывной сети будет идти по левому откосу насыпи, магистраль второй сети — по правому. Магистральные провода зарываются в грунт на глубину 15—20 *см*. Участковые провода электровзрывных сетей прокладываются внутри элементов ферм и по опорам под проезжей частью. На участках, где провода выходят наружу, они защищаются металлическими уголками.

4. **Электродетонаторы** вставляются в заряды непосредственно перед подрыванием моста; до этого они находятся на безопасных расстояниях от зарядов (не ближе 0,5 *м*) в деревянных колодочках *.

5. Схемы расположения зарядов и электровзрывных сетей приведены на рис. 263.

6. Расчеты ВВ, средств взрывания, материалов, инструмента и рабочей силы приведены в таблицах.

7. Для поспешного подрывания моста, в случае отказа обеих электровзрывных сетей, подготовляется резервный заряд, уложенный на автомобиль, укрыто размещаемый на расстоянии 200—400 *м* от моста. В случае необходимости заряд быстро доставляется на мост, устанавливается над средней опорой (рис. 264) и подрывается на машине огневым способом.

Вес резервного заряда определяется по формуле (59)

$$C = 30r^2 = 30 \cdot 10^2 = 3000 \text{ кг}.$$

Распределение работ

Первому отделению изготовить и заложить заряды в трубы всех пяти опор моста, после чего быть готовым к оказанию помощи третьему отделению по зарывке магистральных проводов в грунт.

Второму отделению устроить 8 люлек, изготовить и укрепить на местах 16 зарядов для подрывания пролетного строения моста, после чего быть готовым к оказанию помощи третьему отделению по зарывке магистральных проводов в грунт.

Третьему отделению изготовить 16 *пог. м* веревочных лестниц, связать и проложить две электровзрывные сети с отдельными магистралями от подрывной станции, которую оборудовать в укрытии на расстоянии 300 *м* от моста (указывается место расположения подрывной станции).

---

* Отверстия в деревянных колодочках должны иметь диаметр 10 *мм*.

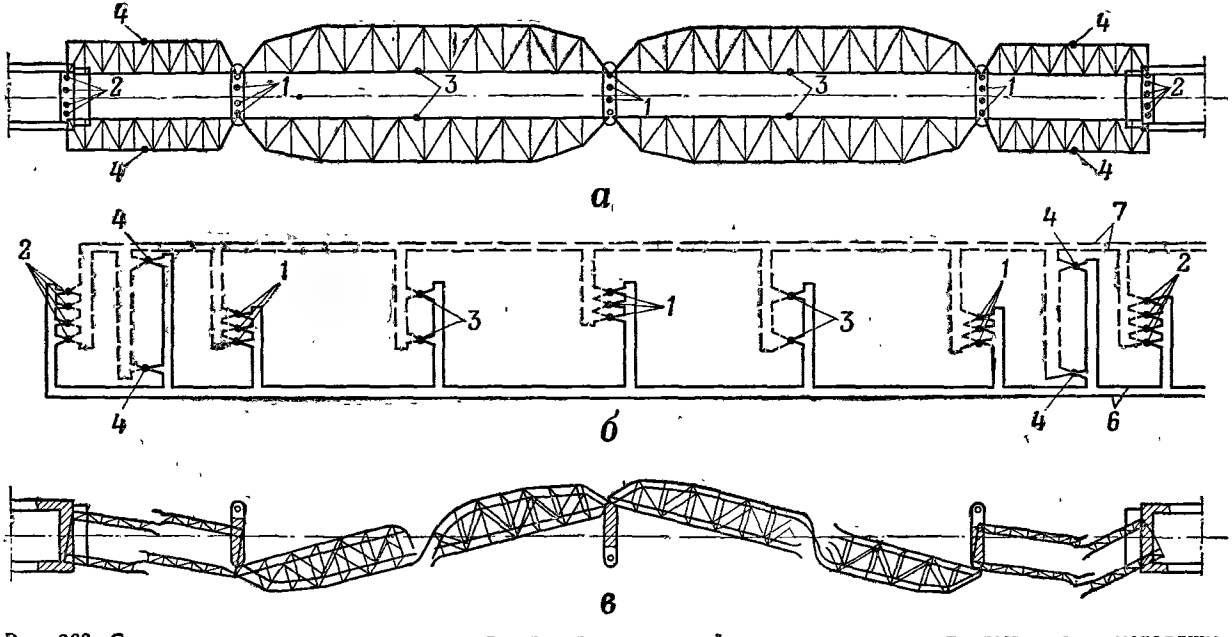


Рис. 263. Схемы расположения зарядов и электровзрывных сетей на конструкциях подрываемого металлического моста:

а — схема расположения зарядов; *б* — схемы электровзрывных сетей; *в* — схема предполагаемого положения обрушенных конструкций моста; *1* — заряды в быках; *2* — заряды в устоях; *3* — заряды на нижних поясах ферм в средних пролетах; *4* — заряды на верхних поясах ферм крайних пролетов; *6* — основная сеть; *7* — дублирующая сеть

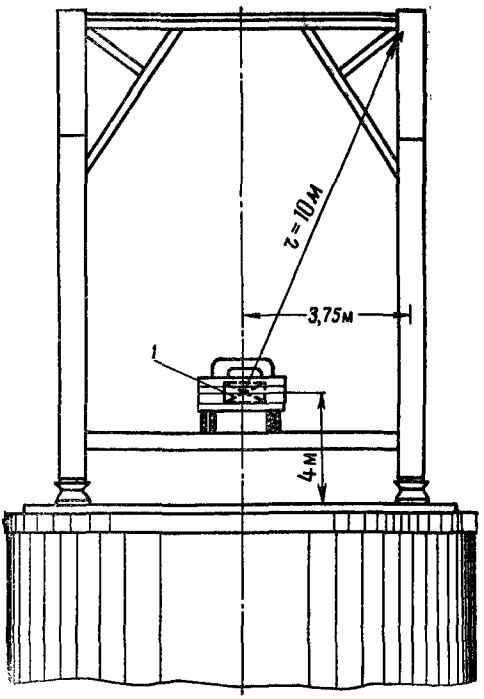
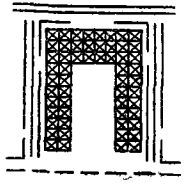


Рис. 264. Схема расположения резервного заряда на подрываемом металлическом мосту;
1 — заряд в кузове автомобиля

Расчет ВВ и средств взрывания

№ зарядов по схеме (рис. 263)	Наименование подрываемых элемеитов моста	Схемы расположения зарядов на подрываемых элемеитах	Расчет зарядов	Количество зарядов, шт.	Всего необходимо	
					ВВ (тротил), *кг*	электродетонаторов, шт.
	А. Опоры					
1 и 2	**Устои и быки**		$C_1 = 1{,}3ABR^3 =$ $= 1{,}3 \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}3^3 = 4{,}5$ *кг*	17	76,5	25
	Б. Пролетное строение					
3	Нижние пояса ферм в средних пролетах		$F = (100 \cdot 1)\,6 + (11 + 12) \cdot 1 \cdot 4 +$ $+ (104 \cdot 1)\,2 = 900$ *см²* $C_2 = 10h \cdot F = 10 \cdot 2{,}5 \cdot 900 =$ $= 22500$ *г* $= 22{,}5$ *кг* Заряд размещается, не перекрывая всего сечения, и согласно ст. 141 увеличивается вдвое, т. е. принимается равным 45,0 *кг*	4	180,0	6

Продолжение

№ зарядов по схеме (рис. 263)	Наименование подрываемых элемеитов моста	Схемы расположения зарядов на подрываемых элемеитах	Расчет зарядов	Количество зарядов, шт.	Всего необходимо	
					ВВ (тротил), *кг*	электродетонаторов, шт.
4	Верхние пояса ферм в крайних пролетах		$F = 60 \cdot 1 + (50 \cdot 1)\,2 + (20 + 19)\,1{,}6 \cdot 4 = 410$ *см*². $C_з = 10h \cdot F = 10 \cdot 2{,}6 \cdot 410 = 10600$ *г* $= 10{,}6$ *кг* Заряд размещается сосредоточенно и согласно ст. 141 увеличивается вдвое, т. е. до 21,2 *кг*	4	84,8	6
			Итого . . .	—	341,3	37
			Запас (25%) . . .	—	84	13
			Всего на мост с запасом	—	425	50
			Из этого количества выдать:			
			командиру 1-го отделения	—	100,0	—
			командиру 2-го отделения	—	325	—
			командиру 3-го отделения	—	—	50
			Резервный заряд	1	3000	Зажигательных трубок —3

Расчет времени

Наименование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет времени	Количество человеко-часов
Изготовление зарядов для подрывания опор	17 шт.	12	0,15·17	2,55
Изготовление зарядов для подрывания пролетного строения . .	8 шт.	12	0,20·8	1,6
Закладка зарядов в опоры	17 шт.	33	1,0·17	17
Подвязывание зарядов к пролетному строению	8 шт.	28	0,50·8	4,00
Изготовление и прокладка электровзрывных сетей	2·25 шт.	7, 8 и 9	(0,16·25)·2	8,0
Прокладка магистралей	2·300 *м*	10	0,0025·600	1,50
Изготовление люлек для подвязывания зарядов на нижние пояса ферм средних пролетов . .	8 шт.	44	3·8	24,00
Изготовление веревочных лестниц для подвязывания зарядов на верхних поясах ферм крайних пролетов . .	16 *м*	45	0,5·16	8,00
Оборудование подрывной станции	1 шт.	46	12·1	12,00
Итого . . .	—	—	—	78,65*

Саперный взвод в составе трех отделений (по 7 человек в каждом) выполнит работы по подготовке моста к подрыванию в течение 4 часов.

---

* Работы по зарывке магистралей, требующие затраты еще 40—60 человеко-часов, производятся в последнюю очередь при наличии времени.

Расчет материалов и инструмента

№ по пор.	Наименование материалов и инструментов	Количество	Кому сколько выдать
1	Подрывные машинки КПМ-1, шт.	2	Командиру 3-го отделения
2	Линейные мосты ЛМ-48, шт.	1	То же
3	Омметры малые М-57, шт.	1	»
4	Саперный провод двухжильный, *м*	600	»
5	Саперный провод одножильный, *м*	1300	»
6	Изоляционная лента, *кг*	0,50	»
7	Ножи монтерские, шт.	6	Командирам всех отделений по 2 шт.
8	Обжимы, шт.	5	Командиру 3-го отделения
9	Метры складные, шт.	4	Командирам всех отделений и командиру взвода по 1 шт.
10	Электрофонари карманные, шт.	4	То же
11	Веревка для устройства лестниц, *м*	250	Командиру 3-го отделения
12	Доски для устройства люлек, оборудования подрывной станции и для крепления зарядов, $м^3$	2,0	Командирам 2-го и 3-го отделений поровну
13	Гвозди, *кг*	5	То же
14	Ткань для обертывания зарядов, *м*	150	Командиру 2-го отделения
15	Проволока вязальная, *кг*	30	То же
16	Зажигательные трубки, шт.	5	Хранить на складе

ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПУТЕПРОВОДА К ПОДРЫВАНИЮ

Разведкой путепровода через автостраду М. у хутора Ш. установлено:

1. Путепровод — железобетонный, рамной конструкции; крайние опоры — бетонные, массивные.

2. Общая длина путепровода 60 *м*, высота над проезжей частью автострады 5 *м*.

3. Пролетов — 4, каждый длиной 15 *м*.

4. Конструкции пролетного строения и опор путепровода изображены на прилагаемой схеме (рис. 265).

5. Автострада с двумя раздельными полосами проезжей части проходит под средними пролетами путепровода.

6. В насыпях, непосредственно у крайних опор путепровода, имеются ливнеприемники сечением 0,4×0,4 *м* и глубиной 5 *м* (по два приемника с каждого конца путепровода).

7. Леса и других строительных материалов, пригодных для постройки временного путепровода с использованием обрушенных конструкций, поблизости нет.

8. На расстоянии около 300 *м* от путепровода имеются два пункта, удобных для наблюдения за путепроводом и для расположения подрывной станции.

Решение на подрывание путепровода силами саперного взвода

1. К подрыванию подготовляются:

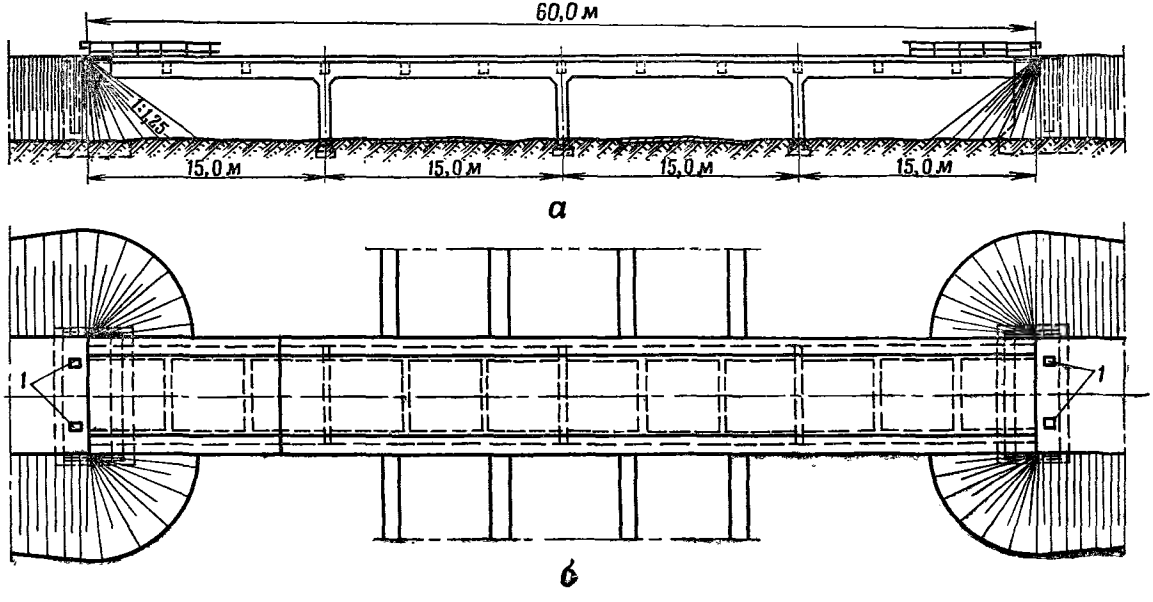
— прогоны и плиты в крайних пролетах, по одному сечению в каждом, с расчетом на выбивание бетона;

— промежуточные (рамные) опоры, с расчетом на выбивание бетона из стоек;

— обе крайние опоры, каждая только с одной стороны, зарядами, располагаемыми в ливнеприемниках.

2. Способ взрывания зарядов — электрический; электровзрывных сетей две, в каждой из них количество электродетонаторов соответствует количеству зарядов:

на крайних пролетах, в двух сечениях по 3 шт., итого	6 шт.
на промежуточных опорах по 3 заряда в каждой, итого	9 шт.
в крайних опорах по 1 заряду в каждой, итого	2 шт.
Всего . . .	17 шт.


60,0 м
1:1,25
15,0 м
15,0 м
15,0 м
15,0 м
а
1
1
б

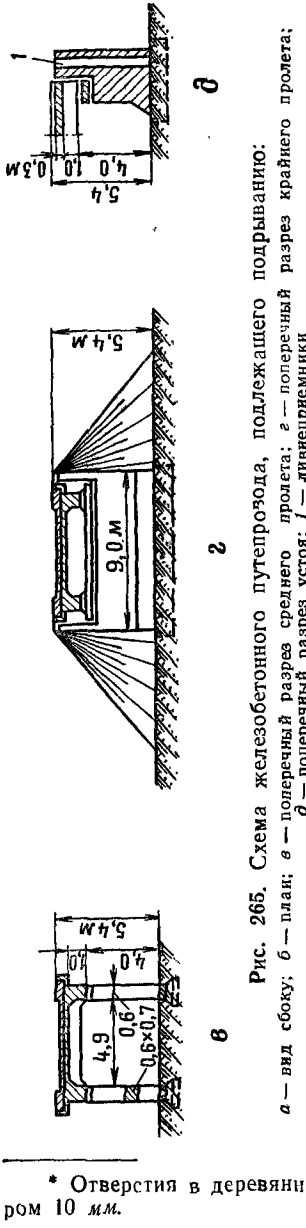


Рис. 265. Схема железобетонного путепровода, подлежащего подрыванию:
а — вид сбоку; *б* — план; *в* — поперечный разрез среднего пролета; *г* — поперечный разрез крайнего пролета; *д* — поперечный разрез устоя; *1* — ливнеприемники

3. Магистраль первой электровзрывной сети будет идти по левому откосу насыпи, магистраль второй сети — по правому. Магистральные провода зарываются в грунт на глубину 0,15—0,20 *м*.

4. Участковые провода электровзрывных сетей прокладываются с внутренней стороны прогонов и стоек рамных опор. На участках, где провода выходят наружу, они заключаются в металлические трубы.

5. Электродетонаторы вставляются в заряды непосредственно перед подрыванием путепровода; до этого они находятся на безопасных расстояниях от зарядов (не ближе 0,5 *м*) в деревянных колодочках *.

6. Схемы расположения зарядов и электровзрывных сетей приведены на рис. 266.

7. Расчеты ВВ, средств взрывания, материалов, инструмента и рабочей силы приведены в таблицах.

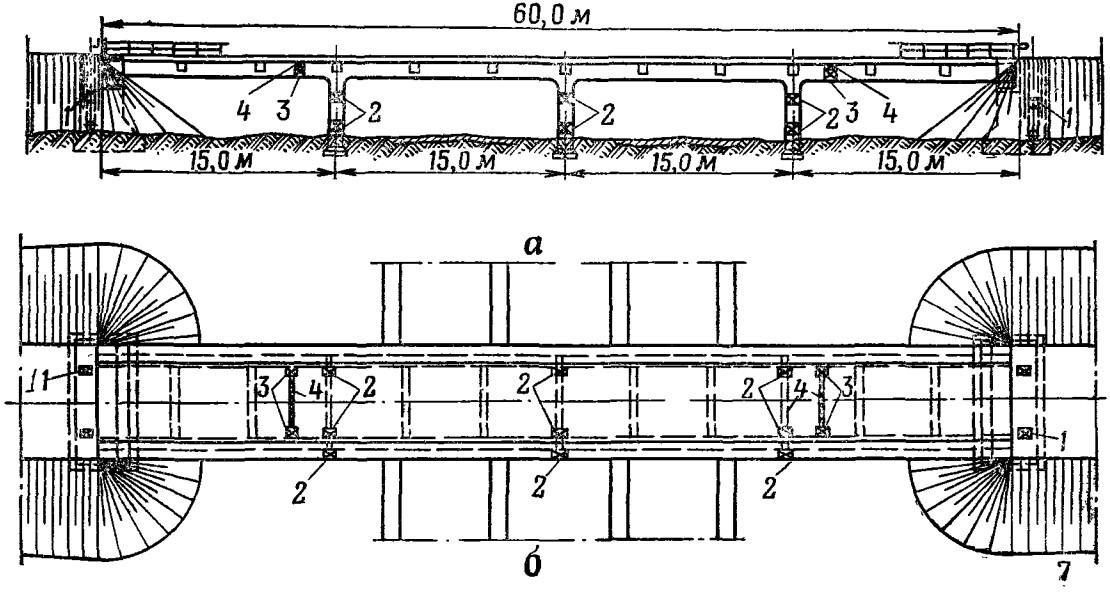
8. Для поспешного подрывания путепровода, в случае отказа обеих электровзрывных сетей, подготовляется резервный заряд, который укладывается на автомобильном прицепе и помещается в укрытии неподалеку от путепровода.

В случае необходимости заряд при помощи автомобиля по автостраде быстро доставляется под путепровод, устанавливается между стойками средней промежуточной опоры (рис. 267) и подрывается огневым способом вместе с прицепом.

Вес резервного заряда определяется по формуле (29) из условия выбивания бетона в прогонах пролетного строения. При расстоянии от центра заряда до середины прогона, равном 4,5 *м*, вес заряда будет составлять

$$C = 10Ah_1r_1^2 = 10 \cdot 5 \cdot 1{,}0 \cdot 4{,}5^2 = 1000 \text{ кг}.$$

* Отверстия в деревянных колодочках высверливаются диаметром 10 *мм*.


60,0 м
15,0 м
15,0 м
15,0 м
15,0 м
1
2
3
4
а
б
7

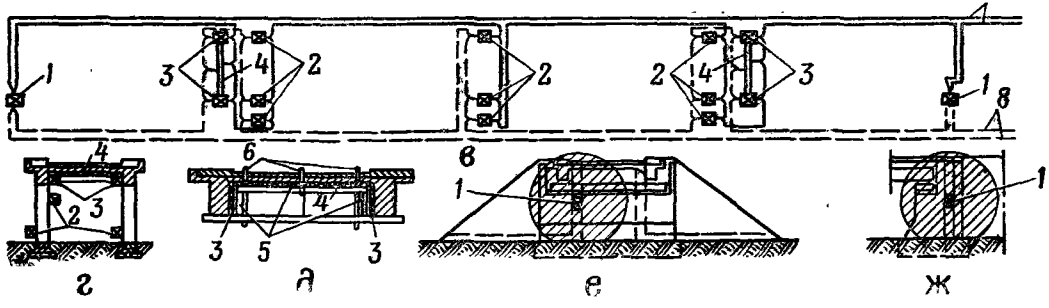


Рис. 266. Схемы расположения зарядов и электровзрывных сетей на конструкциях подрываемого железобетонного путепровода:

а — вид сбоку, *б* — план, *в* — схемы электровзрывных сетей, *г*, *д*, *е*, *ж* — детали расположения зарядов. *1* — заряды в ливнеприемниках; *2* — заряды на стойках рам; *3* — заряды на ригелях; *4* — заряды под плитой; *5* — доски; *6* — проволока; *7* — основная сеть; *8* — дублирующая сеть

При взрыве заряда указанного веса произойдет выбивание бетона с частичным перебиванием арматуры в обеих стойках средней рамной опоры, так как коэффициент A в этом случае будет равен 22 (см. табл. 19).

$$A = \frac{C}{10h_2r_2^2} = \frac{1000}{10 \cdot 0{,}6 \cdot 2{,}75^2} = 22.$$

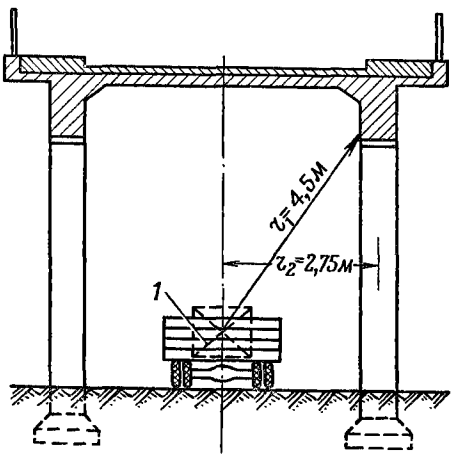


Рис. 267. Схема расположения резервного заряда под подрываемым железобетонным путепроводом:
1 — заряд на автомобильном прицепе

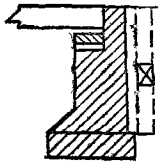
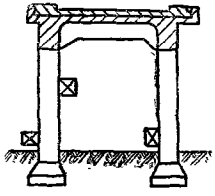
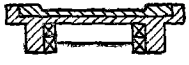
Распределение работ

Первому отделению изготовить (связать), поднести и уложить на места все заряды для подрывания опор и пролетного строения путепровода; выделить двух саперов в распоряжение командира 3-го отделения для устройства подмостей.

Второму отделению изготовить и проложить две электровзрывные сети с отдельными магистралями от подрывной станции, которую оборудовать в укрытии, построенном своими силами, на расстоянии 300 *м* от путепровода (указывается место расположения подрывной станции); выделить одного сапера в распоряжение командира 3-го отделения для устройства подмостей.

Третьему отделению изготовить и установить подмости на козловых опорах для обеспечения работ по укладке (подвязыванию) зарядов на конструкциях путепровода.

Расчет ВВ и средств взрывания

№ зарядов по схеме (рис. 266)	Наименование подрываемых элементов моста	Схема расположения зарядов на подрываемых элементах	Расчет зарядов	Количество зарядов, шт.	Всего необходимо	
					ВВ (тротил), *кг*	электродетонаторов, шт.
	А. Опоры					
1	Крайние (массивные)		$C_1 = 1{,}3AB \cdot R^3 = 1{,}3 \cdot 1{,}50 \cdot 1{,}15 \cdot 2{,}5^3 = 35$ *кг*	2	70	3
2	Промежуточные (стойки рам)		$C_2 = ABR^3 = 5 \cdot 9 \cdot 0{,}6^3 = 10$ *кг*	9	90	12
	Б. Пролетное строение					
3	Прогоны в крайних пролетах		$C_3 = ABR^3 = 5 \cdot 9 \cdot 0{,}6^3 = 10$ *кг*	4	40	12

Продолжение

№ зарядов по схеме (рис. 266)	Наименование подрываемых элементов моста	Схема расположения зарядов на подрываемых элементах	Расчет зарядов	Количество зарядов, шт.	Всего необходимо	
					ВВ (тротил), *кг*	электродетонаторов, шт.
4	Плита в крайних пролетах		$C_4 = 0{,}5ABR^2l =$ $= 0{,}5 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 0{,}3^2 \cdot 5 = 10$ *кг*	2	20	6
			Итого . . .	—	220	33
			Запас (25%) . . .	—	60	18
			Всего на мост с запасом	—	280	51
			Из этого количества выдать:			
			командиру 1-го отделения	—	280	—
			командиру 2-го отделения	—	—	50
			командиру 3-го отделения	—	—	—
			Резервный заряд	1	1000	Зажигательных трубок — 3

Расчет времени

Наименование работ	Количество работ	Номера норм по приложению 13	Расчет времени	Количество человеко-часов
Изготовление (визка) зарядов для подрывания крайних опор . .	2 шт.	12	0,20·2	0,40
Изготовление зарядов для подрывании средних опор	9 шт.	12	0,20·9	1,80
Изготовление зарядов для подрывания прогонов	4 шт.	12	0,20·4	0,80
Изготовление зарядов для подрываиня плиты	2 шт.	12	0,20·2	0,40
Закладка зарядов в крайние опоры (в ливнеприемники) . .	2 шт.	33	2,0·2	4,00
Подвязывание зарядов к стойкам средних опор	9 шт.	28	0,50·9	4,50
Забивка дюбелей для крепления зарядов на пролетном строении при помощи строительно-монтажного пистолета	24 шт.	35	0,2·24	4,8
Подвязывание зарядов к прогонам	4 шт.	28	0,50·4	2,00
Подвязывание зарядов к плите	2 шт.	28	0,50·2	1,0
Изготовление и прокладка электровзрывных сетей	2·17 шт.	7, 8, 9	(0,18·17)·2	3,10
Прокладка магистралей	2·300 *м*	10	0,0025·600	1,50
Устройство подмостей козлового типа для крепления зарядов на стойках рамных опор и на пролетном строении	3 шт.	43	6,0·3	18,00
Оборудование подрывной станции	1 шт.	46	12·1	12,00
Итого . . .				54,30*

* Работы по зарывке магистралей, требующие затраты еще 30—40 человеко-часов, производятся в последнюю очередь при наличии времени.

Саперный взвод в составе трех отделений (по 7 человек в каждом) выполнит работы по подготовке путепровода к подрыванию в течение 2 часов 40 минут.

Расчет материалов и инструмента

№ по пор.	Наименование материалов и инструментов	Количество	Кому сколько выдать
1	Подрывные машинки КПМ-1, шт.	2	Командиру 2-го отделения
2	Линейные мосты ЛМ-48, шт.	1	То же
3	Омметры малые М-57, шт.	1	»
4	Саперный провод двухжильный, *м*	600	»
5	Саперный провод одножильный, *м*	200	»
6	Изоляционная лента, *кг*	0,50	»
7	Ножи монтерские, шт.	6	Командирам 1-го и 2-го отделений поровну
8	Обжимы, шт.	5	Командиру 2-го отделения
9	Метры складные, шт. .	4	Командирам всех отделений и командиру взвода по 1 шт.
10	Электрофонари карманные, шт.	4	То же
11	Проволока вязальная, *кг*	30	Командиру 1-го отделения
12	Доски и бревна для устройства козловых опор, $м^3$	2,0	Командиру 3-го отделения
13	Гвозди, *кг*	5	То же
14	Ткань для обертывания зарядов, *м*	100	Командиру 1-го отделения
15	Зажигательные трубки, шт.	5	Хранить на складе
16	Строительно-монтажные пистолеты, шт. . . .	1	Командиру 1-го отделения

ОПИСАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИБОРОВ, МЕХАНИЗМОВ И МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДРЫВНЫХ РАБОТ

Сумка минера-подрывника СМП

(комплект № 75, рис. 268)

№ по пор.	Наименование предметов	Единица измерения	Количество
1	Обжим комбинированный (рис. 269)	шт.	1
2	Нож монтерский (рис. 270)	„	1
3	Пенал для капсюлей-детонаторов № 8	„	1
4	Пенал для запалов МД-2 и МД-5М	„	1
5	Катушка с проволокой	„	1
6	Рогулька со шпагатом и нитками . .	„	1
7	Обойма для механизмов взрывателей МУВ или МВ-5	„	1
8	Коробка с изоляционной лентой . .	„	1
9	Пенал с набором предохранительных чек и карабинов	„	1
	В набор входят:		
	чеки предохранительные . . .	„	10
	муфты предохранительные . .	„	10
	гвозди или заклепки	„	10
	карабинчики	„	10

Сумка минера-подрывника предназначается для переноски ВВ, принадлежностей для взрывания, минирования и разминирования, материалов и некоторых инструментов, необходимых для производства подрывных работ.

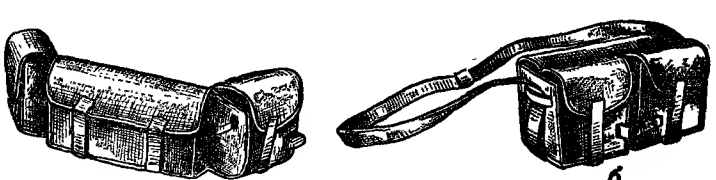


Рис. 268. Сумка минера-подрывника:
а — для переноски на поясном ремне; *б* — для переноски через плечо

Сумка представляет собой удлиненную коробку, сшитую из дву слоев склеенного на картоне брезента. Коробка состоит из трех секций, соединенных общей задней стенкой. Каждая секция представляет собой самостоятельный карман. Средняя секция (размер 220×60×100 *мм*) по длине в два раза больше крайних секций (размер 110×60×100 *мм*) и разделена пополам сплошной перегородкой

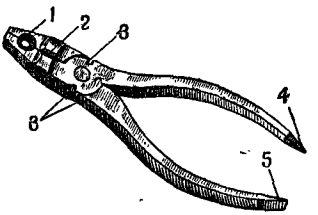


Рис. 269. Комбинированный обжим:

1 — обжим для капсюля-детонатора; *2* — кусачки для шнура; *3* — кусачки для голого провода; *4* — остряк; *5* — отвертка

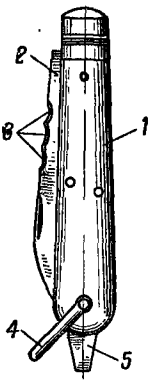


Рис. 270. Монтерский (складной) нож:

1 — рукоятка; *2* — лезвие; *3* — выемы для зачистки проводов; *4* — кольцо; *5* — отвертка

Таким образом, сумка имеет четыре одинаковых по размерам вместимости ячейки.

Технические данные сумки

Вес	0,6 *кг*
Длина в свернутом положении	24 *см*
Ширина в свернутом положении	12 *см*
Длина в развернутом положении	47 *см*
Ширина в развернутом положении	6 *см*
Высота	13,2 *см*

Сумку можно переносить как на ремне через плечо, так и поясном ремне. В первом случае сумка складывается вдвое, во втором — все секции находятся в развернутом положении. Положение сумки на сапере определяется условиями работы и удобствами пользования инструментом.

В сумке размещается минимально необходимое количество инструмента и материалов. Свободные места в секциях заполняются ве

принадлежности для взрывания. Например, в одной сумке с комплектом № 75 могут быть размещены:

зажигательные трубки ЗТП-50 или ЗТП-150 . . . 3 шт.
тротиловые шашки весом по 200 г . . . . . 5 шт.
изоляционная лента . . . . . 5 м

Приборы и инструменты для подрывных работ

(комплект № 77)

№ по пор.	Наименование предметов	Единица измерения	Количество
1	Машинка подрывная КПМ-1 (см. рис. 38)	шт.	1
2	Омметр малый М-57 (см. рис. 49)	»	1
3	Провод саперный одножильный СП-1 *	м	800
4	Катушка для саперного провода КСП-2 (рис. 271)	шт.	2
5	Бурав спиральный винтовой диаметром 35—38 мм с ручкой (рис. 272)	»	1
6	Обжим комбинированный (см. рис. 269)	»	2
7	Нож монтерский (см. рис. 270) . .	»	2
8	Сумка для переноски подрывного имущества	»	2
9	Ящик для укладки инструментов и приборов	»	1

Механизмы для бурения при производстве подрывных работ

(см. рис. 273—277)

Передвижная электрическая станция ЭСБ-4-ИГ предназначена для механизации разработки мерзлых грунтов, скальных пород, кирпичной и каменной кладки. Станция поставляется войскам в двух исполнениях (рис. 278). Общий вес станции с автоприцепом составляет до 2500 кг, без прицепа — 1700 кг.

Строительно-монтажный пистолет СПМ-3 (СПМ-4)** может применяться для забивки дюбелей (штырей) в бетонные и железобетонные элементы конструкций при выполнении работ по креплению зарядов на подрываемых сооружениях. Общий вид строительно-монтажного пистолета показан на рис. 279; вес пистолета 3—4 кг; время на подготовку выстрела и забивку одного дюбеля в среднем 1 минута.

* Может быть заменен проводом СПП-1 в количестве 800 м или проводами СП-2 и СПП-2 в количестве 400 м.

** Применяется в народном хозяйстве на строительных работах для крепления различных деталей к железобетонным конструкциям.

Основные характеристики механизмов для бурения

№ по пор.	Наименование механизмов	Обслуживающий расчет	Диаметры пробуриваемых скважин, *см*	Глубина бурения, *м*	Скорость бурения, *м/час*	Примечания
1	Бурильная машина БГМ	3 чел.	15 30	До 30 До 20	10—12	1. Может быть использована для бурения мерзлых грунтов. 2. Углы наклона скважин к горизонту могут быть от 0° до 115°. 3. Время развертывания (свертывания) 8—12 минут
2	Мотоперфоратор МПЛ	2 чел.	4—4,3	До 1,5	3,6—4,8	Скорость бурения указывается для гранитов
3	Электроперфоратор С-408Б	1 чел.	4—4,6	До 2	3,6—4,8	Входит в комплект электростанции ЭСБ-4-ИГ. Применяется для бурения шпуров в скальных породах, бетоне и кирпичной кладке
4	Электросверло ручное СЭР-19	1 чел.	4	До 1	—	Входит в комплект электростанции ЭСБ-4-ИГ. Может применяться с легким буровым станком
5	Ручной перфоратор РП-17 (РПМ-17)	1 чел.	3,6—3,8	До 4	5,4	Входит в комплект компрессорных станций

Инструменты для ручного бурения при производстве подрывных работ:

— шлямбуры стальные (рис. 280, *а*);

— сверла стальные диаметром 38 *мм*, длиной 600—700 *мм* и 900—1000 *мм* (рис. 280, *б* и *в*);

— ложки для прочистки шпуров (рис. 280, *г*);

— молотки шанцевые весом 2 и 4 *кг* с деревянными рукоятками (рис. 280, *д*);

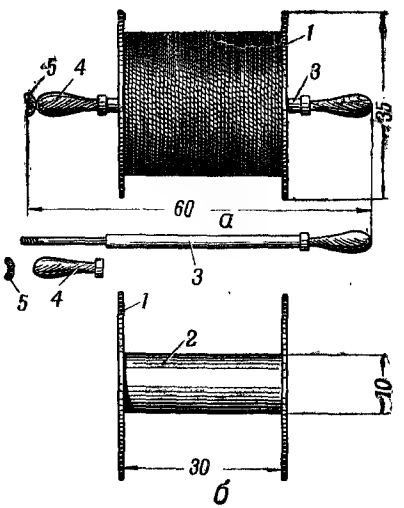


Рис. 271. Катушка для саперного провода КСП-2:

а — в собранном виде с намотанным проводом; *б* — без провода в разобранном виде; *1* — щеки; *2* — барабан; *3* — ось; *4* — съемная ручка; *5* — барашек

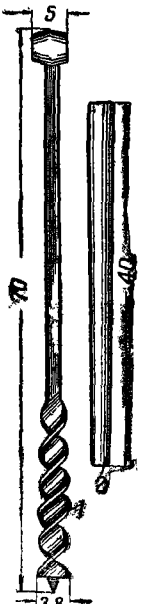


Рис. 272. Бурав для сверления дерева:

1 — бурав; *2* — рукоятка

— ручные земляные буры (рис. 281);

— зубила стальные весом 1,25 *кг* с проволочными рукоятками;

— ломы стальные весом 6 *кг*;

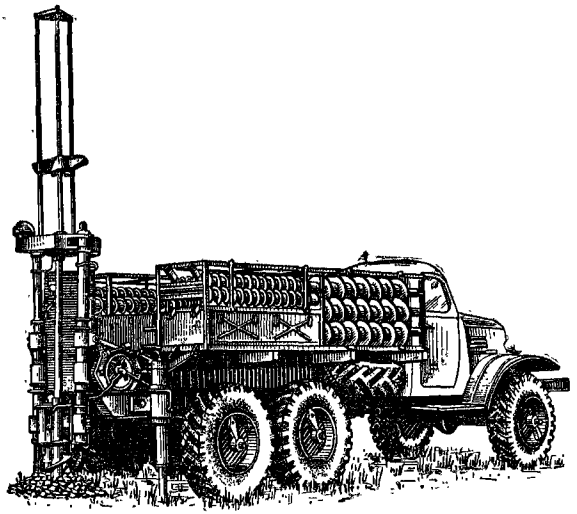
— пешни для пробивания лунок во льду.

Кроме перечисленных инструментов, при производстве подрывных работ применяются:

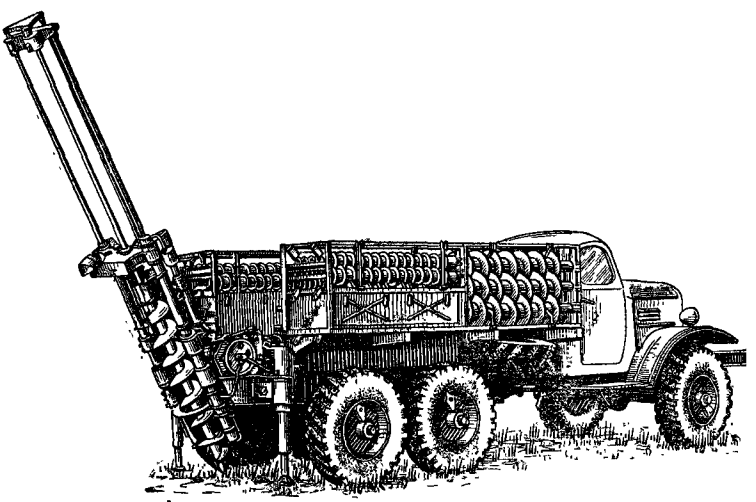
— прибойники деревянные с латунными или алюминиевыми наконечниками;

— рулетки металлические длиной 20 *м*;

— метры металлические складные;



а



б

Рис. 273. Бурильная машина БГМ:
а — при бурении вертикальной скважины; *б* — при бурении наклонной скважины

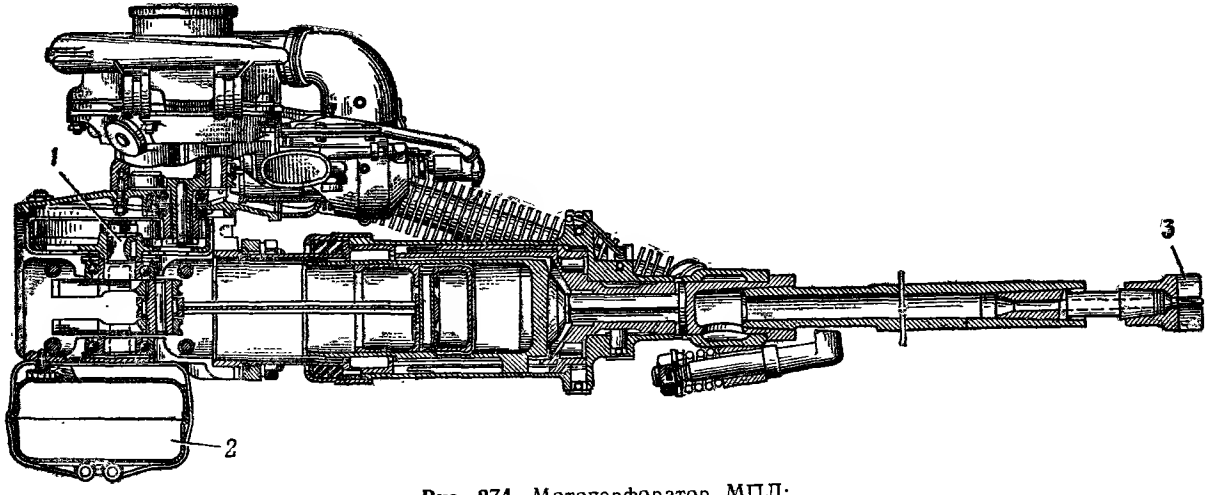


Рис. 274. Мотоперфоратор МПЛ:
1 — двигатель; *2* — бензобак; *3* — рабочий орган

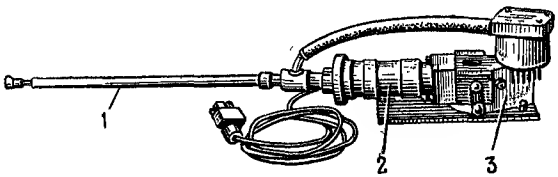


Рис. 275. Электроперфоратор С-408Б:
1 — рабочий орган; *2* — стальной ствол; *3* — алюминиевый корпус

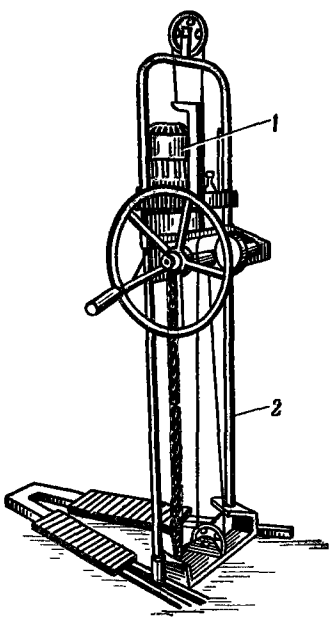


Рис. 276. Электросверло СЭР-19 на легком буровом станке:
1 — электросверло; *2* — станок

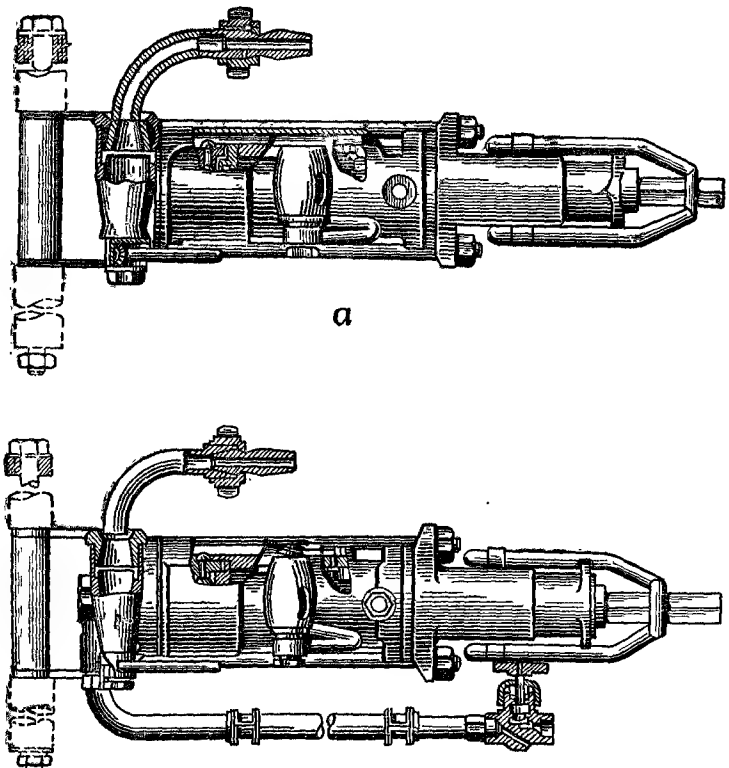
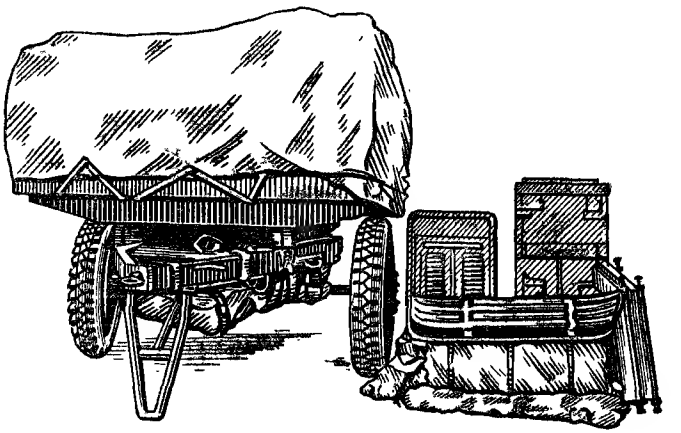
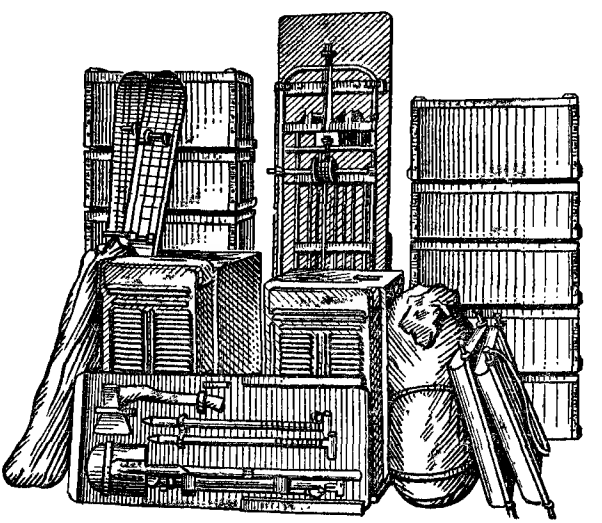


Рис. 277. Ручные перфораторы:
а — перфоратор без промывочного устройства РП-17; *б* — перфоратор с промывочным устройством РПМ-17



а



б

Рис. 278. Передвижная электрическая станция ЭСБ-4-ИГ: *а* — на одноосном прицепе; *б* — для перевозки в кузове автомобиля

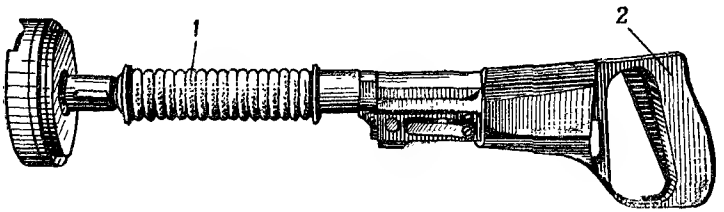


Рис. 279. Строительно-монтажный пистолет СМП-3:
1 — ствол; *2* — рукоятка

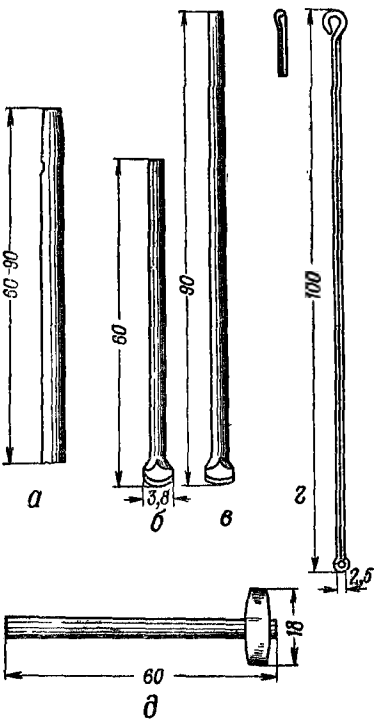


Рис. 280. Инструменты для ручного бурения:
а — шлямбур, *б* и *в* — сверла; *г* — ложка для прочистки шпуров; *д* — молоток

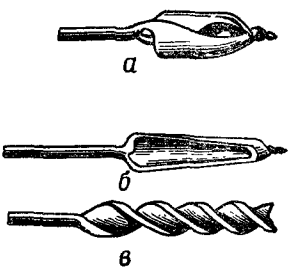


Рис. 281. Ручные земляные буры:
а и *б* — ложковые; *в* — спиральный

— фонари электрические;
— свистки;
— изоляционная лента в кругах весом 50 и 200 *г*;
— спички подрывника (в коробке 20 шт.);
— мешки резиновые или из прорезиненной ткани (для упаковки зарядов);
— ткань (*холст*) для обертывания зарядов;
— шилья, иголки и суровые нитки;
— шпагат и вязальная проволока;
— смола и вар;
— мелки цветные для обозначения мест расположения зарядов.

ЕДИНИЧНЫЕ НОРМЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОДРЫВНЫХ РАБОТ

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
	Изготовление зажигательных трубок и сетей из детонирующего шнура		
1	Изготовление зажигательной трубки . . .	Одна трубка	1 чел. — 2—3 минуты
2	Сращивание детонирующих шнуров:		
	а) внакладку с обвязкой шпагатом	Один сросток	1 чел. — 2 минуты
	б) прямым узлом (или двойной петлей) с затягиванием	То же	1 чел. — 0,5 минуты
3	Изготовление участковых отрезков детонирующего шнура с капсюлем-детонатором на одном конце	Один отрезок	1 чел. — 2—3 минуты
4	Изготовление боевика для бескапсюльного взрывания	Один боевик	1 чел. — 3—4 минуты
5	Прокладка магистральной линии детонирующего шнура	100 *м* линии	2 чел. — 4—5 минут
6	Изготовление последовательной или параллельной сети из детонирующего шнура на 5 зарядов при длине магистрали 50 *м* . .	Одна сеть	2 чел. — 6—7 минут

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
	Изготовление электровзрывных сетей		
7	Изготовление простого сростка провода . .	Один сросток	1 чел. — 2—3 минуты
8	Приращивание электродетонатора к проводам с изолированием сростков	Один электродетонатор	1 чел. — 3—4 минуты
9	Прокладка участковых проводов к зарядам	Один заряд	1 чел. — 2—3 минуты
10	Прокладка магистральных проводов (на поверхности грунта) . . .	100 *м* магистрали	2 чел. — 5—6 минут
11	Прокладка магистральных проводов с зарывкой в средний грунт на глубину 0,15—0,20 *м*	100 *м* магистрали	3 чел. — 1—2 часа
	Изготовление зарядов		
12	Изготовление сосредоточенных и фигурных зарядов в матерчатой или бумажной оболочке с перевязкой шпагатом при весе заряда:		
	до 1 *кг*	Один заряд	1 чел. — 3 минуты
	от 1 до 5 *кг*	То же	1 чел. — 5 минут
	от 5 до 10 *кг* . . .	„	1 чел. — 9 минут
	от 10 до 25 *кг* . .	„	2 чел. — 5—6 минут
	от 25 до 100 *кг* . .	„	2 чел. — 10—12 минут
13	Изготовление заряда весом 15—20 *кг* в водонепроницаемом мешке	Один заряд	2 чел. — 5—6 минут

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
14	Изготовление удлиненного заряда весом 2 *кг/м* из пластита или порошкообразного ВВ в матерчатой оболочке с перевязкой шпагатом	Один *пог. м* заряда	2 чел. — 7—8 минут
	Выделка зарядных устройств		
15	Отрывка колодцев размером 0,75×1,5 *м*, глубиной 1,5 *м* в среднем грунте вручную . . .	Один колодец	1 чел. — 1,5—2 часа
16	Отрывка колодцев размером 1×1,5 *м*, глубиной до 3 *м* в среднем грунте с креплением стенок	Один колодец	3 чел. — 2,5—3 часа
17	Устройство колодцев (скважин) диаметром до 0,3 *м* и глубиной до 2 *м* бурильной машиной БГМ	Один колодец	3 чел. — 15 минут
18	Устройство скважины кумулятивным зарядом КЗ-2 с расчисткой на глубину до 1,3 *м* вручную	Одна скважина	2 чел. — 10—15 минут
19	Устройство скважин ручным земляным буром диаметром 15—23 *см* в среднем грунте:		
	глубиной 1 *м* . . .	Одна скважина	2 чел. — 7—10 минут
	глубиной 1,5 *м* . .	То же	2 чел. — 10—12 минут
	глубиной 2 *м* . . .	„	2 чел. — 15—25 минут
	глубиной 2,5 *м* . .	„	2 чел. — 1—2 часа

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
20	Выделка рукавов, камер, ниш или борозд в бетоне, каменной кладке или скале при помощи пневматического отбойного молотка	0,1 $м^3$	1 чел. — 1—1,25 часа
21	Вскрытие заблаговременного зарядного устройства (колодца, трубы) вручную . .	Один колодец	2 чел. — 1,5 часа
22	То же, отбойным молотком	Один колодец	1 чел.— 1,5 часа
23	Проходка галерей сечением $1 \times 1{,}5$ *м* в среднем грунте с установкой рам	Один *пог. м* галереи	3 чел.— 2—3 часа
24	То же, в скальном грунте при помощи перфораторного бурения и взрывания шпуров	То же	3 чел. — 1,5—2,5 часа
25	Выделка зарядных камер в среднем грунте	Один $м^3$ камеры	2 чел.— 3 часа
26	Бурение шпуров ручными пневматическими перфораторами	Один *пог. м* шпура	1 чел.— 15—40 минут
27	Выделка лунок во льду при толщине льда до 0,6 *м* (пешней) . . .	Одна лунка	1 чел.— 10—20 минут

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
	Размещение и крепление зарядов, устройство забивки		
28	Размещение наружных зарядов и подвязывание их к подрываемым элементам при весе заряда:		
	до 1 *кг*	Один заряд	1 чел.— 5—10 минут
	от 1 до 5 *кг* . . .	То же	2 чел.— 5—7 минут
	от 5 до 10 *кг* . . .	»	2 чел.— 8—10 минут
	от 10 до 25 *кг* . . .	»	2 чел.— 12—15 минут
29	Заряжание колодцев глубиной до 1,5 *м* в грунте	Один колодец	1 чел.— 10—15 минут
30	Засыпка колодцев сечением 1×1,5 *м* с утрамбовкой и маскировкой:		
	в среднем грунте . .	1 *м* глубины колодца	2 чел.— 10—15 минут
	в скальной породе		2 чел.— 20—30 минут
31	Заряжание и забивка шпуров, выделанных в каменной или кирпичной кладке или в скале	Один шпур	1 чел.— 6—12 минут
32	Заряжание и забивка рукавов в каменной кладке	1 *м* длины рукава	2 чел.— 15—30 минут
33	Заряжание и забивка труб в мостовых опорах при готовых зарядах	Одна труба	2 чел.— 0,5—1 час
34	Заряжание водопропускных труб с устройством забивки из земленосных мешков	Одна труба	3 чел.— 3—4 часа

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
35	Забивка дюбеля (штыря) при помощи строительно-монтажного пистолета и крепление заряда	Один заряд весом до 15 *кг*	2 чел.— 5—6 минут
	Подготовка к подрыванию отдельных объектов (при готовых зарядах)		
36	Сваи (дерева на корню)	Одна свая (дерево)	1 чел.— 3—5 минут
37	Куста свай (пакета бревен) подводным наружным зарядом . .	Один куст свай	1 чел.— 15—20 минут
38	Пня при корчевке . . .	Один пень	1 чел.— 5—10 минут
39	Камня на дробление наружным зарядом . .	Один камень	1 чел.— 5—7 минут
40	Приведение в негодное состояние взрывом заряда весом 0,4—5 *кг* паровоза, бензоколонки, танка, автомобиля, артиллерийского орудия и т. п.	Один заряд на объекте	1 чел.— 3—5 минут
	Вспомогательные работы		
41	Подноска ВВ в мешках на расстояние до 100 *м* при весе груза до 20 *кг*	—	1 чел.— 5—6 минут

Продолжение

№ по пор.	Наименование работ	Единица измерения	Норма
42	Подноска ВВ на расстояние до 100 *м* в упаковочных ящиках весом 25—50 *кг* . . .	—	2 чел.— 5—10 минут
43	То же, на носилках . .	—	2 чел.— 5—6 минут
44	Устройство подмостей козлового типа для крепления зарядов на высоте до 5 *м* . . .	Две козловые опоры шириной 2 *м* и высотой 4 *м*	3 чел.— 2 часа
45	Изготовление простейшей люльки для подвязывания зарядов на высоте	Одна люлька	2—3 чел.— 1 час
46	Изготовление веревочных лестниц с подвязыванием перекладин к веревке при помощи шпагата	1 *пог. м* лестницы	2 чел.— 15—20 минут
47	Устройство и оборудование подрывной станции с одной наблюдательной щелью, с покрытием против осколков и столиком для приборов	Одна подрывная станция	3 чел.— 3—4 часа

УКРУПНЕННЫЕ НОРМЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОДРЫВНЫХ РАБОТ

№ по пор.	Виды работ	Необходимо			
		человеко-часов	отделений-часов	взводо-часов	ВВ, *кг*
1	**Подрывание деревянных мостов**				
	а) Подорвать один пролет (4—6 *м*) балочного моста	1—2	0,25-0,5	—	25—50
	б) Подорвать один пролет (до 20 *м*) ригельно-подкосного моста	5—10	1—1,5	—	100-150
	в) Подорвать ряжевую опору удлиненными зарядами при трех пересечениях сруба и высоте его надводной части до 3 *м*	12	1,5	—	50—75
	г) Ориентировочные нормы на 1 *пог. м* длины моста	0,25—0,5	—	—	4—6
2	**Подрывание металлических мостов**				
	а) Подорвать один пролет моста (до 25 *м*)	15,0	2,0	0,7	100
	б) То же, с двумя береговыми устоями при отсутствии в них заблаговременных зарядных устройств, при толщине устоев до 3 *м*	45,0	6,0	2,0	400
	в) То же, с двумя промежуточными опорами, с выделкой ниш в них при толщине опор до 3 *м* . .	60,0	7,5	2,5	300
	г) Ориентировочная норма на 1 *пог. м* пролетного строения (без подрывания опор)	1,5—2,0	—	—	3—5

Продолжение

№ по пор.	Виды работ	Необходимо			
		человеко-часов	отделенний-часов	взводо-часов	ВВ, *кг*
3	**Подрывание железобетонных мостов**				
	Подорвать пролетное строение в одном пролете балочного железобетонного моста н одну опору	50,0	6,0	2,0	650
4	**Подрывание каменных и бетонных арочных мостов**				
	а) Подорвать пяты свода зарядами в колодцах, прн раднусе разрушення до 2 *м*	15,0	2,0	0,7	100
	б) Подорвать один пролет длиной 10 *м* в двух сечениях по обеим сторонам от замка свода	15,0	2,0	0,7	140
5	**Разрушение дорог**				
	а) Образование воронкн днаметром 5—7 *м* на дороге при $n=2{,}0\div3{,}0$ с укладкой заряда на глубнне до 2,0 *м*	4,0	0,5	—	50—75
	б) Образованне обвала на горной дороге взрывами камерных зарядов (с перфораторным бурением и взрыванием зарядов в шпурах при выделке камер), иа 10 *пог. м* дороги	12,0	1,5	0,5	80—100
	в) Подрыванне водопропускной трубы сечением до 2 $м^2$ внутренним сосредоточенным зарядом с забивкой концов трубы на 1 $м^3$ внутреннего объема	0,5—1,0	—	—	2,0

Продолжение

№ по пор.	Виды работ	Необходимо			
		человеко-часов	отделений-часов	взводо-часов	ВВ, *кг*
	г) Подрывание водопропускной трубы сеченнем больше 2 $м^2$ сосредоточенными зарядами, уложенными в насыпи над сводом трубы (при невысоких насыпях), на одну трубу . . .	12,0	1,5	0,5	80—100
6	**Разрушенне железных дорог**				
	а) Подрывание 1 *км* рельсового пути	17,0	2,5	—	65—100
	б) Подрывание водонапорной башни сосредоточенным зарядом на полу внутри здания	4,0	0,5	—	50
	в) Подрывание депо объемом до 2000 $м^3$	20,0	3,0	1,0	200
	г) Подрывание железнодорожной мастерской объемом до 1500 $м^3$	20,0	3,0	1,0	150
	д) Подрыванне тяговой подстанцни	20,0	3,0	1,0	200
	е) Подрывание промежуточной железиодорожной станции	150—200	20—30,0	5—10,0	400—800
	ж) Подрывание участковой железнодорожной станции	500—750	70—100	25—30	3000—5000
7	**Подрывание зданий и стен**				
	а) Образование обрушений, проходов и отверстий в каменных и кирпичных стенах на 1 $м^3$ объема кладки:				
	наружными зарядами . .	0,7	—	—	6
	зарядами в нишах . . .	1,0	—	—	4

Продолжение

№ по пор.	Виды работ	Необходимо			
		человеко-часов	отделенний-часов	взводо-часов	ВВ, *кг*
	б) Обрушение кирпичных зданий неконтактными зарядами, расположенными на полу внутри помещений, на 1 $м^3$ внутреннего объема первого этажа или подвала	0,1—0,2	—	—	0,1—1,0
	в) Разрушение башни (фабричной трубы) неконтактным сосредоточенным зарядом, расположенным на полу	1,0—3,0	—	—	50—80
8	**Устройство и разрушение заграждений**				
	а) Образование полыньи во льду толщиной до 1,0 *м* на площади 10 $м^2$ взрывом одного подледного заряда	0,5	—	—	2
	б) Устройство 1 *пог. км* противотанкового рва при механизированной выделке зарядных устройств	100—120	12—15	4—5	10000—15000
	в) Обрушение откосов противотанкового рва двумя сосредоточенными зарядами на бруствере с подноской и укладкой готовых зарядов	1,0	—	—	50—60
	г) Устройство прохода шириной до 5 *м* в проволочной сетн удлиненным зарядом (с изготовлением, подноской н укладкой заряда)	2,0—3,0	—	—	15—20

БЕЗОПАСНЫЕ РАССТОЯНИЯ ПРИ ВЗРЫВАХ

Расстояния, на которых возникающая при взрывах зарядов воздушная ударная волна теряет способность наносить объектам поражения заданной интенсивности, определяются по формуле

$$R_{у.в} = K_{у.в}\sqrt{C}, \qquad (69)$$

где $R_{у.в}$ — безопасное расстояние в метрах;

C — вес заряда ВВ в килограммах;

$K_{у.в}$ — коэффициент, зависящий от характера поражения (разрушения) объекта и условий расположения заряда (табл. 46).

Таблица 46

Значения коэффициента $K_{у.в}$

Степень безопасности	Характер поражения (разрушения) объекта	Условия расположения заряда			
		открытый заряд	заряд, заглубленный в грунт заподлицо	Заряд в грунте	
				$n=3$	$n=2$
1	Полное отсутствие повреждений	50—150	10—40	5—10	2—5
2	Случайное повреждение остекления	10—30	5—9	2—4	1—2
3	Полное разрушение остекления, повреждение рам, дверей, легких перегородок . .	5—8	2—4	1—1,5	0,5—1
4	Разрушение внутренних перегородок, рам, дверей, бараков, сараев	2—4	1,1—1,9	0,5—1	—
5	Разрушение малостойких каменных и деревянных зданий, повреждение линий электропередач	1,5—2	0,51	—	—
6	Пролом прочных кирпичных стен	1,4	—	—	—

Примечания: 1. n — показатель действия взрыва.
2. Прочерк — разрушение в пределах воронки выброса.

Выбор конкретного **значения** коэффициента $K_{у.в}$ производится в зависимости от состояния объекта, для которого определяется безопасное расстояние: чем прочнее объект, тем меньше значение коэффициента.

При определении безопасного расстояния необходимо учитывать также местные условия. При взрывах в узких проходах (улицы, просеки в лесу, ущелья в горах) расстояния, определенные по формуле (69), у д в а и в а ю т с я. Если между зарядом и объектом имеется преграда (густой лес, холм, прочная стена, земляной вал), безопасное расстояние может быть у м е н ь ш е н о в 1,5—2 раза.

КВАДРАТЫ, КУБЫ, КВАДРАТНЫЕ И КУБИЧЕСКИЕ КОРНИ, ДЛИНЫ ОКРУЖНОСТЕЙ И ПЛОЩАДИ КРУГОВ

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\pi \frac{n^2}{4}$
0,1	0,01	0,001	0,3162	0,4642	0,314	0,00785
0,2	0,04	0,008	0,4472	0,5848	0,628	0,03142
0,3	0,09	0,027	0,5477	0,6694	0,942	0,07069
0,4	0,16	0,064	0,6325	0,7368	1,257	0,12566
0,5	0,25	0,125	0,7071	0,7937	1,571	0,19635
0,6	0,36	0,216	0,7746	0,8434	1,885	0,28274
0,7	0,49	0,343	0,8367	0,8879	2,199	0,38484
0,8	0,64	0,512	0,8944	0,9283	2,513	0,50265
0,9	0,81	0,729	0,9487	0,9655	2,827	0,63617
1,0	1,00	1,000	1,0000	1,0000	3,142	0,78540
1,1	1,21	1,331	1,0488	1,0323	3,456	0,95033
1,2	1,44	1,728	1,0954	1,0627	3,770	1,13097
1,3	1,69	2,197	1,1402	1,0914	4,084	1,3273
1,4	1,96	2,744	1,1832	1,1187	4,398	1,5394
1,5	2,25	3,375	1,2247	1,1447	4,712	1,7672
1,6	2,56	4,096	1,2649	1,1696	5,027	2,0106
1,7	2,89	4,913	1,3038	1,1935	5,341	2,2698
1,8	3,24	5,832	1,3416	1,2164	5,655	2,5447
1,9	3,61	6,859	1,3784	1,2386	5,969	2,8353
2,0	4,00	8,000	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
2,1	4,41	9,261	1,4491	1,2806	6,597	3,4636
2,2	4,84	10,648	1,4832	1,3006	6,912	3,8013
2,3	5,29	12,167	1,5166	1,3200	7,226	4,1548
2,4	5,76	13,824	1,5492	1,3389	7,540	4,5239
2,5	6,25	15,625	1,5811	1,3572	7,854	4,9087
2,6	6,76	17,576	1,6125	1,3751	8,168	5,3093
2,7	7,29	19,683	1,6432	1,3925	8,482	5,7255
2,8	7,84	21,952	1,6733	1,4095	8,796	6,1575
2,9	8,41	24,389	1,7029	1,4260	9,111	6,6052
3,0	9,00	27,000	1,7321	1,4422	9,425	7,0686
3,25	10,56	34,328	1,8026	1,4812	10,210	8,2958
3,50	12,25	42,875	1,8709	1,5182	10,996	9,6211
3,75	14,06	52,734	1,9364	1,5536	11,782	11,045
4,00	16,00	64,000	2,0000	1,5874	12,566	12,566
4,25	18,06	76,766	2,0618	1,6198	13,353	14,186
4,50	20,25	91,125	2,1214	1,6509	14,137	15,904
4,75	22,56	107,17	2,1795	1,6809	14,924	17,720
5,00	25,00	125,00	2,2364	1,7099	15,708	19,635
5,50	30,25	166,37	2,3451	1,7652	17,279	23,758
6,00	36,00	216,00	2,4495	1,8171	18,850	28,274
6,50	42,25	274,62	2,5493	1,8662	20,420	33,183
7,00	49,00	343,00	2,6458	1,9129	21,991	38,484
7,50	56,25	421,87	2,7386	1,9574	23,562	44,179
8,00	64,00	512,00	2,8284	2,0000	25,133	50,266

Продолжение

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\pi \frac{n^2}{4}$
8,50	72,25	614,12	2,9153	2,0408	26,704	56,745
9,00	81,00	729,00	3,0000	2,0801	28,274	63,617
9,50	90,25	857,37	3,0823	2,1179	29,845	70,882
10,0	100	1000	3,1623	2,1544	31,416	78,540
11,0	121	1331	3,3166	2,2240	34,558	95,033
12,0	144	1728	3,4641	2,2894	37,699	113,10
13,0	169	2197	3,6056	2,3513	40,841	132,73
14,0	196	2744	3,7417	2,4101	43,982	153,94
15,0	225	3375	3,8730	2,4662	47,124	176,72
16,0	256	4096	4,0000	2,5198	50,265	201,06
17,0	289	4913	4,1231	2,5713	53,407	226,98
18,0	324	5832	4,2426	2,6207	56,549	254,47
19,0	361	6859	4,3589	2,6684	59,690	283,53
20,0	400	8000	4,4721	2,7144	62,832	314,16
21,0	441	9261	4,5826	2,7589	65,973	346,36
22,0	484	10648	4,6904	2,8020	69,115	380,13
23,0	529	12167	4,7958	2,8439	72,257	415,48
24,0	576	13824	4,8990	2,8845	75,398	452,39
25,0	625	15625	5,0000	2,9240	78,540	490,87
26,0	676	17576	5,0990	2,9625	81,681	530,93
27,0	729	19683	5,1962	3,0000	84,823	572,56
28,0	784	21952	5,2915	3,0366	87,967	615,75
29,0	841	24389	5,3852	3,0723	91,106	660,52
30,0	900	27000	5,4772	3,1072	94,248	706,86
31,0	961	29791	5,5678	3,1414	97,389	754,77
32,0	1024	32768	5,6569	3,1748	100,53	804,25
33,0	1089	35937	5,7446	3,2075	103,67	855,30
34,0	1156	39304	5,8310	3,2396	106,81	907,92
35,0	1225	42875	5,9161	3,2711	109,96	962,11
36,0	1296	46656	6,0000	3,3019	113,09	1017,9
37,0	1369	50653	6,0828	3,3322	116,24	1075,2
38,0	1444	54872	6,1644	3,3620	119,38	1134,1
39,0	1521	59319	6,2450	3,3912	122,52	1194,6
40,0	1600	64000	6,3246	3,4200	125,66	1256,6
41,0	1681	68921	6,4031	3,4482	128,81	1320,3
42,0	1764	74088	6,4807	3,4760	131,96	1385,4
43,0	1849	79507	6,5574	3,5034	135,09	1452,2
44,0	1936	85184	6,6332	3,5303	138,23	1520,5
45,0	2025	91125	6,7082	3,5569	141,37	1590,4
46,0	2116	97336	6,7823	3,5830	144,51	1661,9
47,0	2209	103823	6,8557	3,6088	147,65	1734,9
48,0	2304	110592	6,9282	3,6342	150,80	1809,6
49,0	2401	117649	7,0000	3,6593	153,94	1885,7
50,0	2500	125000	7,0711	3,6840	157,08	1963,5
51,0	2601	132651	7,1414	3,7084	160,22	2042,8
52,0	2704	140608	7,2111	3,7325	163,36	2123,7
53,0	2809	148877	7,2801	3,7563	166,50	2206,2
54,0	2916	157464	7,3485	3,7798	169,65	2290,2

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\pi\frac{n^2}{4}$
55,0	3025	166375	7,4162	3,8030	172,79	2375,8
56,0	3136	175616	7,4833	3,8259	175,93	2463,0
57,0	3249	185193	7,5498	3,8485	179,07	2551,8
58,0	3364	195112	7,6158	3,8709	182,21	2642,1
59,0	3481	205379	7,6811	3,8930	185,35	2734,0
60,0	3600	216000	7,7460	3,9149	188,50	2827,4
61,0	3721	226981	7,8102	3,9365	191,64	2922,5
62,0	3844	238328	7,8740	3,9579	194,78	3019,2
63,0	3969	250047	7,9373	3,9791	197,92	3117,3
64,0	4096	262144	8,0000	4,0000	201,06	3217,0
65,0	4225	274625	8,0623	4,0207	204,20	3318,3
66,0	4356	287496	8,1240	4,0412	207,35	3421,2
67,0	4489	300763	8,1854	4,0615	210,49	3525,7
68,0	4624	314432	8,2462	4,0817	213,63	3631,7
69,0	4761	328509	8,3066	4,1016	216,77	3739,3
70,0	4900	343000	8,3666	4,1213	219,91	3848,4
71,0	5041	357911	8,4261	4,1408	223,05	3959,2
72,0	5184	373248	8,4853	4,1602	226,19	4071,5
73,0	5329	389017	8,5440	4,1793	229,34	4185,4
74,0	5476	405224	8,6023	4,1983	232,48	4300,8
75,0	5625	421875	8,6603	4,2172	235,62	4417,9
76,0	5776	438976	8,7178	4,2358	238,76	4536,5
77,0	5929	456533	8,7750	4,2543	241,90	4656,6
78,0	6084	474552	8,8318	4,2727	245,04	4778,4
79,0	6241	493039	8,8882	4,2908	248,19	4901,7
80,0	6400	512000	8,9443	4,3089	251,33	5026,6
81,0	6561	531441	9,0000	4,3267	254,47	5153,0
82,0	6724	551368	9,0554	4,3445	257,61	5281,0
83,0	6889	571787	9,1104	4,3621	260,75	5410,6
84,0	7056	592704	9,1652	4,3795	263,89	5541,8
85,0	7225	614125	9,2195	4,3968	267,04	5674,5
86,0	7396	636056	9,2736	4,4140	270,18	5808,8
87,0	7569	658503	9,3274	4,4310	273,32	5944,7
88,0	7744	681472	9,3808	4,4480	276,46	6082,1
89,0	7921	704969	9,4340	4,4647	279,60	6221,1
90,0	8100	729000	9,4868	4,4814	282,74	6361,7
91,0	8281	753571	9,5394	4,4979	285,88	6503,9
92,0	8464	778688	9,5917	4,5144	289,03	6647,6
93,0	8649	804357	9,6437	4,5307	292,17	6792,9
94,0	8836	830584	9,6954	4,5468	295,31	6939,8
95,0	9025	857375	9,7468	4,5629	298,45	7088,2
96,0	9216	884736	9,7980	4,5789	301,59	7238,2
97,0	9409	912673	9,8489	4,5947	304,73	7389,8
98,0	9604	941192	9,8995	4,6104	307,88	7543,0
99,0	9801	970299	9,9499	4,6261	311,02	7697,7
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,16	7854,0

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Общие положения	3
Глава I. **Взрывчатые вещества**	7
Общие сведения	—
Инициирующие взрывчатые вещества	9
Бризантные взрывчатые вещества	11
Взрывчатые вещества повышеиной мощности	—
Взрывчатые вещества нормальной мощности	13
Взрывчатые вещества понижеиной мощности	17
Метательные взрывчатые вещества (пороха)	19
Глава II. **Заряды**	21
Глава III. **Способы и средства взрываиия**	38
Огневой способ взрывания	—
Взрывание детонирующим шнуром	50
Электрический способ взрывания	56
Электродетонаторы	—
Провода	59
Источники тока	63
Подрывные машинки	—
Сухие батарен и элементы	77
Аккумуляторные батареи	83
Передвижные электрические станции, осветнтельные и силовые электрнческие сетн	84
Проверочные н измерительные приборы	85
Схемы электровзрывных сетей и их расчет	98
Подбор источников тока для электровзрывных сетей	104
Изготовление и прокладка электровзрывных сетей	109
Защита электровзрывных сетей от грозовых разрядов	114
Глава IV. **Расчет зарядов для подрывання дерева, стали, кирпичной и каменной кладок, бетона и железобетона**	120
Расчет зарядов для подрывания дерева	121
Расчет зарядов для подрывания стальных элементов конструкций	130
Расчет зарядов для подрывания элементов конструкций нз кнрпича, камня, бетона и железобетона	145
Глава V. **Подрывные работы в груитах н скальных породах**	156
Расчет зарядов	157
Подрывание грунтов и скальных пород на выброс	172
Рыхление грунтов н скальных пород взрывным способом	185
Устройство полостей в грунтах взрывным способом	196

Стр.

Глава VI. **Подрывание стен и зданий** 198

Подрывание отдельных стен . . . . . —
Подрывание зданий 204

Глава VII. **Подрывание мостов и туннелей** 215

Подрывание деревянных мостов 218
Подрывание металлических мостов 229
Подрывание железобетонных мостов 249
Подрывание каменных и бетонных мостов 263
Подрывание подводных и наплавных мостов 266
Подрывание туннелей 267

Глава VIII. **Разрушение автомобильных дорог и аэродромов** 277

Разрушение земляного полотна и покрытий дорог . . . —
Подрывание водопропускных труб 283
Подрывание подпорных стенок 290
Устройство завалов и сбросов на горных дорогах . . . 291
Разрушение летных полей аэродромов 293
Разрушение аэродромных сооружений 296

Глава IX. **Разрушение железных дорог** 298

Разрушение верхнего строения пути . . . . . —
Разрушение подвижного состава 302
Разрушение объектов водоснабжения 307
Разрушение депо, мастерских, электростанций и складов горючего 310
Разрушение железнодорожных станций 313
Разрушение объектов железнодорожной связи, СЦБ и линий электропередач 315

Глава X **Подрывание гидротехнических сооружений** . . . 316
Подрывание плотин и гидроэлектростанций . . . . . —
Подрывание шлюзов 323
Подрывание пирсов, подъемных кранов и сооружений судоходной обстановки 326

Глава XI. **Подрывание фортификационных сооружений и невзрывных заграждений** 329

Подрывание железобетонных и дерево-земляных фортификационных сооружений . . . . . —
Подрывание невзрывных заграждений 334

Глава XII. **Порча и уничтожение войсковой материальной части, оборудования и военного имущества** 340

Глава XIII. **Подводные подрывные работы** 340

Подрывание льда и ледяных заторов . . . . . —
Защита мостов от повреждений во время ледохода . . 354
Проводка кораблей по ледяным полям и освобождение вмерзших судов 356
Углубление и расчистка русел рек, уничтожение бродов 359

Стр.

Глава XIV. Меры предосторожности при подрывных работах 364

Приложения:

1. Основные характеристики некоторых взрывчатых веществ и способы их определения 374
2. Сведения о взрывчатых веществах, применяемых в народном хозяйстве 379
3. Сведения об электродетонаторах мгновенного и замедленного действия, применяемых в народном хозяйстве 381
4. Основные данные по укупорке взрывчатых веществ и средств взрывания 383
5. Нормы погрузки взрывчатых веществ и средств взрывания на автомобили 386
6. Правила перевозки, хранения и уничтожения взрывчатых веществ и средств взрывания 390
7. Примеры организации работ и расчета зарядов при устройстве укрытий и окопов 398
8. Пример организации работ и расчета зарядов при отрывке траншей с рыхлением мерзлого грунта взрывным способом 407
9. Пример организации работ по подготовке деревянного моста к подрыванию 410
10. Пример организации работ по подготовке металлического моста к подрыванию 416
11. Пример организации работ по подготовке железобетонного путепровода к подрыванию 425
12. Описание инструментов, приборов, механизмов и материалов, применяемых при производстве подрывных работ 435
13. Единичные нормы на производство подрывных работ 446
14. Укрупненные нормы на производство подрывных работ 453
15. Безопасные расстояния при взрывах 457
16. Квадраты, кубы, квадратные и кубические корни, длины окружностей и площади кругов 459

Под наблюдением редактора полковника *Машевского В. Ф.*
Технический редактор *Мясникова Т. Ф*
Корректор *Белозерова Р. М.*

Г-527 7 Сдано в набор 13.2 68. Подписано к печати 11.10 68.
Формат 84×108¹/₃₂ — 14¹/₂ печ. л. (24,36 усл. печ. л.) 22,148 уч.-изд. л
Изд. № 5/714 Зак. № 588